

تولرانس‌های ابعادی

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل:

- مفهوم اندازه‌ی اسمی را شرح دهد.
- مفهوم خط صفر را بیان کند.
- مفهوم انحراف فوقانی را توضیح دهد.
- مفهوم انحراف پایینی را شرح دهد.
- مفهوم بزرگ‌ترین اندازه را تشریح کند.
- مفهوم کوچک‌ترین اندازه را شرح دهد.
- مفهوم تولرانس را بیان کند.
- مفهوم اندازه‌ی فعلی را ذکر نماید.
- مفهوم کیفیت و موقعیت تولرانس را شرح دهد.
- مقدار تولرانس را از جدول مقادیر تولرانس، استخراج کند.

۱۰- تولرانس‌های ابعادی

۱۰-۱- مقدمه

بسیار شدید می‌شود؛ به گونه‌ای که عبور به سادگی امکان ندارد. در این جا عامل مهم، اختلاف اندازه‌ای است که می‌توان برای بلندی سقف یا کامیون قائل شد. برای برطرف ساختن این مشکل سه حالت ممکن است:

۱- ارتفاع سقف ثابت باشد و ارتفاع کامیون تغییر کند؛ «یعنی حالت‌های یاد شده را تنها با تغییر دادن ارتفاع کامیون‌ها به دست آورد».

۲- ارتفاع کامیون ثابت باشد، اما از زیر سقف‌هایی با ارتفاعات مختلف بگذرد.

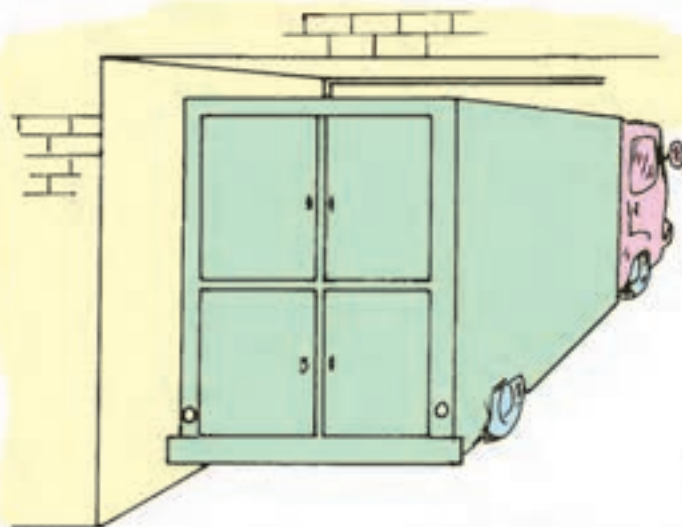
۳- تغییرات ارتفاع مربوط به هر دو باشد. بدین ترتیب، در نظر گرفتن بلندی کامیون یا ارتفاع سقف به‌طور مستقل، یا در نظر گرفتن آن‌ها در ارتباط با یک‌دیگر، دو

به شکل ۱۰-۱ نگاه کنید. در این شکل یکی از مهم‌ترین مفاهیم صنعتی، به زبانی ساده بیان می‌شود.

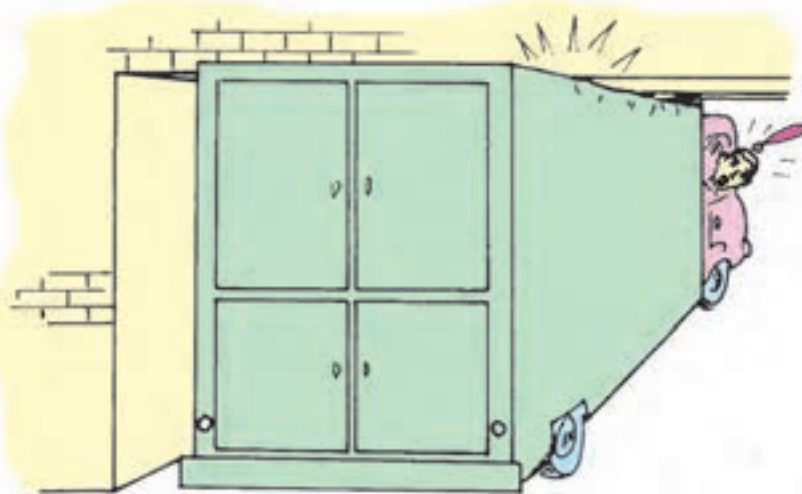
کامیونی در حال حرکت باید از زیر سقفی عبور کند. در حالت a به علت آن که سقف به قدر کافی بلند است، کامیون به راحتی از آن عبور می‌کند. در این صورت، عبور روان و آزاد انجام پذیرفته است.

در حالت b به علت آن که ارتفاع سقف تقریباً برابر با ارتفاع کامیون است، عبور به راحتی صورت نمی‌گیرد؛ در نتیجه، حرکت، کمابیش به گونه‌ی «مقاومتی» است، اما به هر حال عبور انجام می‌شود.

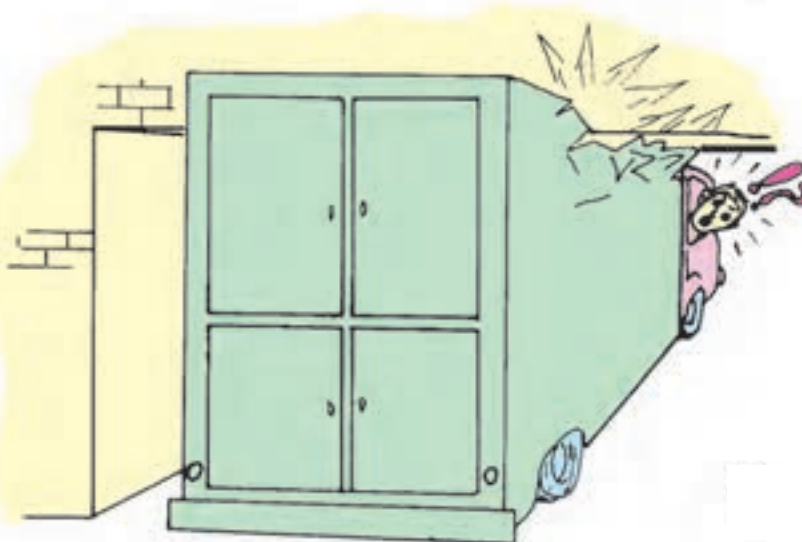
در حالت c اختلاف ارتفاع زیاد باعث برخورد و اصطکاک



a



b



c

شکل ۱ - ۱۰

مقوله‌ی جداگانه هستند.

اندازه‌ی اسمی به این دلیل است که اندازه‌ی موردنظر را هرگز نمی‌توان با دقت مطلق ساخت؛ یعنی ساختن اندازه‌ای که بدون هیچ خطایی برابر مثلاً ۱۶ cm باشد یا به صورت دیگر مانند $L = 16/0000000000$ cm از نظر فنی امکان ندارد^۱، اما در صورت لزوم می‌توان آن را بسیار نزدیک به اندازه‌ی اسمی ساخت. بدیهی است هر چه بخواهیم اندازه‌ی واقعی را به اندازه‌ی اسمی نزدیک کنیم، باید هزینه‌ی زیاده‌تری صرف کنیم و در ضمن از ماشین‌ها و ابزار دقیق‌تر و کارگران ماهرتر استفاده کنیم که البته این امر مقرون به صرفه نخواهد بود.

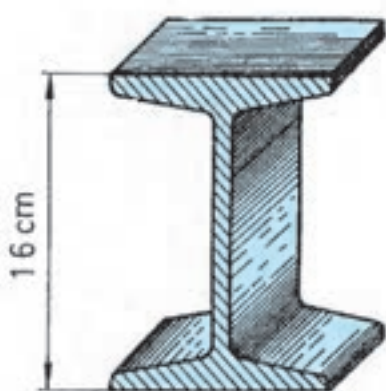
در نمونه‌های داده شده در شکل ۲-۱، خطای جزئی در اندازه اهمیت چندانی ندارد؛ آیا در نمونه‌های شکل ۳-۱ نیز خطاها در اندازه، به همان نسبت کم اهمیت است؟

البته منظور اندازه‌های ۰.۱ و ۰.۲ است. بدیهی است که در این جا به علت مطرح بودن مسائل انطباقی میان قطعات، مقدار خطا در اندازه بسیار مهم است؛ به‌طوری که انتخاب اندازه‌های مناسب در کیفیت کار اجزا اثر می‌گذارد و خود یک مسئله‌ی مهم صنعتی به شمار می‌آید.

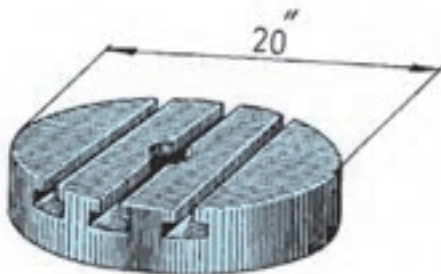
در ساخت قطعات مختلف صنعتی چنین تغییراتی در اندازه‌ها بسیار مهم تلقی می‌شود؛ به‌طوری که طراحان صنعتی همیشه ملزم به تعیین دقیق اختلاف اندازه‌های مجاز در طراحی‌های خود هستند؛ برای مثال، کسی که یک گیره را طراحی می‌کند باید ضمن مشخص کردن اندازه‌های اصلی برای قسمت‌های مختلف قطعه، تغییرات مجاز برای هر اندازه را نیز ذکر کند؛ بنابراین، تغییرات موردنظر تا آن جا که تنها به اندازه‌ی آزاد مثل طول اهرم گیره مربوط شود پذیرفتنی است، اما آن جا که مربوط به دو قطعه‌ی درهم‌رفتنی و منطبق شونده است، بسته به نوع ارتباط، متفاوت خواهد بود که در هر مورد توضیحات تفصیلی بیان خواهد شد.

۲-۱- اندازه‌ی اسمی

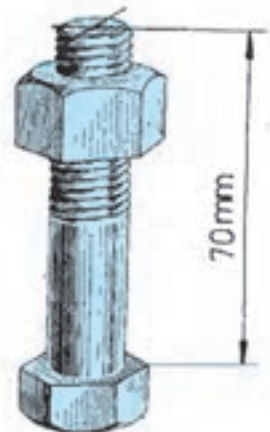
به شکل ۲-۱ نگاه کنید. اندازه‌ی L باید به مقدار معینی ساخته شود. این اندازه در شکل a برابر ۱۶ سانتی‌متر، در شکل b برابر ۲ in و در شکل c معادل ۷۰ میلی‌متر است. این مقادیر را «اندازه‌ی اسمی» می‌گویند. اطلاق



a



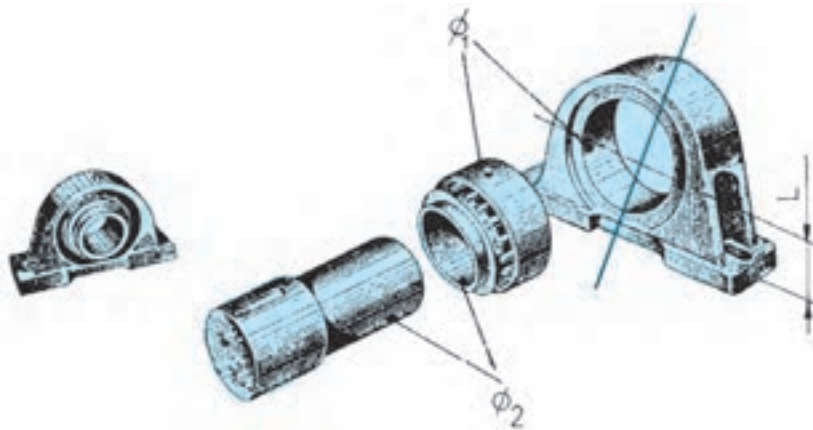
b



c

شکل ۲-۱

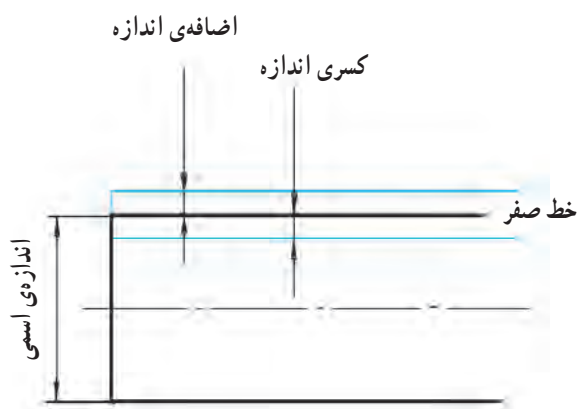
۱- امروزه ساخت اندازه‌ای با دقت 0.001 میکرون امکان‌پذیر است، اما فوق‌العاده گران تمام می‌شود.



شکل ۳-۱۰

ضروری دیگر را بی می گیریم :

۱-۲-۱۰ خط صفر: این خط در واقع نمایش دهنده‌ی اندازه‌ی اسمی است که بالاتر از آن حد، مقادیر بیش از اندازه‌ی اسمی و پایین تر از آن، زیر اندازه‌ی اسمی خواهند بود (شکل ۴-۱۰).



شکل ۴-۱۰

۲-۲-۱۰ انحراف بالایی: گفته شد که ساختن اندازه‌ی اسمی به طور مطلق امکان ندارد؛ بنابراین، ناگزیریم برای هر اندازه، حدودی قائل شویم؛ یعنی بگوییم که این اندازه را می توان تا چه حد بیش تر یا کم تر از اندازه‌ی اسمی ساخت. حداکثر اضافه‌ی اندازه را «انحراف بالایی» یا «فوقانی» می گویند (شکل ۵-۱۰).

۳-۲-۱۰ انحراف پایینی: حداکثر کاهش اندازه‌ی مجاز نسبت به اندازه‌ی اسمی را «انحراف پایینی» یا «تحتانی» می گویند (شکل ۵-۱۰).

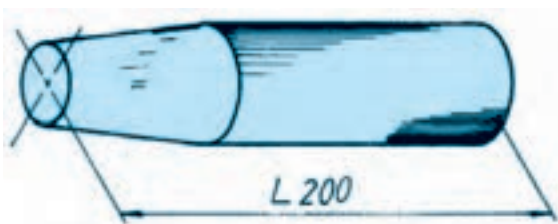
در کنترل اندازه‌ها دو نکته، بسیار اهمیت دارد؛ به خصوص در مورد دو قطعه‌ای که باید با هم در حال تماس باشند یا بر هم منطبق شوند. این نکات عبارت‌اند از:

۱- دقت بیش تر در اندازه‌ها باعث دقیق تر بودن ماشین و بالا رفتن کیفیت کار آن خواهد شد.

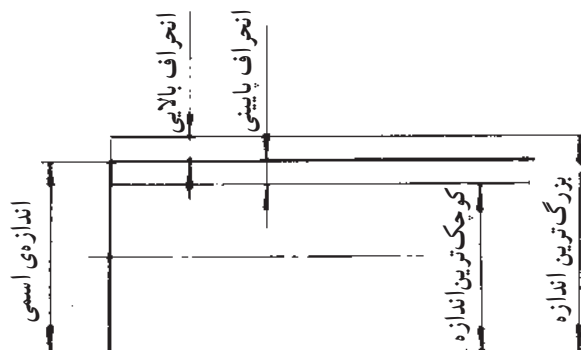
۲- هر چه دقت در اندازه‌ها زیاده‌تر شود، قیمت تولید بالاتر خواهد رفت.

دقت در اندازه‌ها به سبب مسائلی از قبیل فضای لازم برای روغن کاری، تغییرات درجه‌ی حرارت و تأثیر آن در تغییر اندازه‌ها، لقی‌های مختلف، تعویض قطعه یا یدکی خوری، فشار لازم در پرس کاری و تنش‌های حاصل، تأثیرات بارهای اضافی بر محورها در یاتاقان‌ها و نظایر آن بسیار مهم است. پس خطاهای اندازه‌گیری و حدود مجاز آن باید از نظر طراح خیلی مهم تلقی شده با دقت کامل تعیین شود. به این ترتیب، ضرایب اصلی تعیین عمر یک ماشین، رعایت و انتخاب درست این خطاها در اندازه‌گیری است. البته نباید به علت دقت بیش از حد، باعث گران شدن قیمت قطعه یا ماشین شد.

مقدار خطایی را که طراح برای هر اندازه، مجاز می‌داند، «اختلاف اندازه‌ی مجاز» یا «تولرانس» «Tolerance» می‌گوییم که تجربه‌ی چند صد ساله‌ی صنعت در هر موردی آن را تعیین کرده است. هدف از این فصل بحث بیش تر درباره‌ی این موضوع و نحوه‌ی درج آن در نقشه است. اینک چند اصطلاح و تعریف



شکل ۶-۱۰



شکل ۵-۱۰

بزرگ‌ترین اندازه، منهای کوچک‌ترین اندازه یا :

کوچک‌ترین اندازه . بزرگ‌ترین اندازه = تolerانس T
یا :

$$T = 200 / 2.199 / 9 = 0.3$$

بنابراین اندازه‌ی ۰/۳ mm، اختلاف اندازه‌ی مجاز یا

تولرانس است. می‌توان تولرانس را به‌طور مستقیم از تفاضل

انحراف بالایی و پایینی به دست آورد ؛ یعنی :

در همین مسئله

انحراف پایینی . انحراف بالایی = تولرانس

$$0.3 = 0.1 / 2.199 / 9 = 0.3 \text{ تولرانس}$$

۱-۳-۱۰- اندازه‌ی فعلی: اندازه‌ی فعلی یا حقیقی

عبارت است از اندازه‌ی موجود قطعه ؛ یعنی، آن مقداری که

وسیله‌ی اندازه‌گیری نشان می‌دهد. البته این اندازه موقعی پذیرفته

می‌شود که میان بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه واقع باشد. در

مثال گذشته اگر کنترل اندازه با کولیس مقدار ۲۰۰/۰۵ را نشان

می‌دهد، این اندازه پذیرفتنی خواهد بود. در مثال یاد شده آیا

اندازه‌ی حقیقی می‌تواند بیش از اندازه‌ی اسمی یا کم‌تر از آن

باشد؟

پاسخ این سؤال مثبت است. به شکل ۷-۱۰ دقت کنید.

به این ترتیب آیا می‌توانید بگویید که در مثال ذکر شده چند

اندازه‌ی حقیقی می‌توانیم داشته باشیم؟

۲-۳-۱۰- کیفیت تولرانس: کیفیت یا چگونگی

تولرانس عبارت است از مقدار آن که هر چه کم‌تر باشد گوییم

درجه‌ی مرغوبیت آن بیش‌تر است. پس هر چه اختلاف اندازه‌ی

مجاز کم‌تر باشد قطعه از نظر کیفی اندازه‌ی دقیق‌تری دارد و

اندازه‌ی حقیقی آن با خطای کم‌تری است، اما هر چه تولرانس

بزرگ‌ترین اندازه: در صورت افزودن انحراف بالایی

به اندازه‌ی اسمی، بزرگ‌ترین اندازه‌ی مجاز به‌دست می‌آید ؛ پس :

انحراف بالایی + اندازه‌ی اسمی = بزرگ‌ترین اندازه‌ی مجاز

کوچک‌ترین اندازه: در صورت کاستن انحراف پایینی

از اندازه‌ی اسمی، کوچک‌ترین اندازه‌ی مجاز به‌دست خواهد

آمد ؛ پس :

انحراف پایینی + اندازه‌ی اسمی = کوچک‌ترین اندازه‌ی مجاز

مثال: اندازه‌ی اسمی برای قطر یک میله ۲۰ mm است.

اگر انحراف بالایی برابر ۰/۲ و انحراف پایینی ۰/۳ باشد،

بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه را معین کنید.

حل:

. انحراف بالایی + اندازه‌ی اسمی = بزرگ‌ترین اندازه

$$20.2 \text{ mm} = 20.0 + 0.2 = \text{بزرگ‌ترین اندازه}$$

. انحراف پایینی + اندازه‌ی اسمی = کوچک‌ترین اندازه

$$19.7 \text{ mm} = 20.0 - 0.3 = \text{کوچک‌ترین اندازه}$$

۳-۱۰- تولرانس

تولرانس از نظر لغوی به معنی تحمل کردن یا حد تحمل

است که در این مورد ویژه آن را به «اختلاف اندازه‌ی مجاز»

تعبیر می‌کنیم و با T نشان می‌دهیم. به عبارت دیگر، مقدار خطایی

را که طراح برای هر اندازه، تحمل‌پذیر می‌داند، «تولرانس»

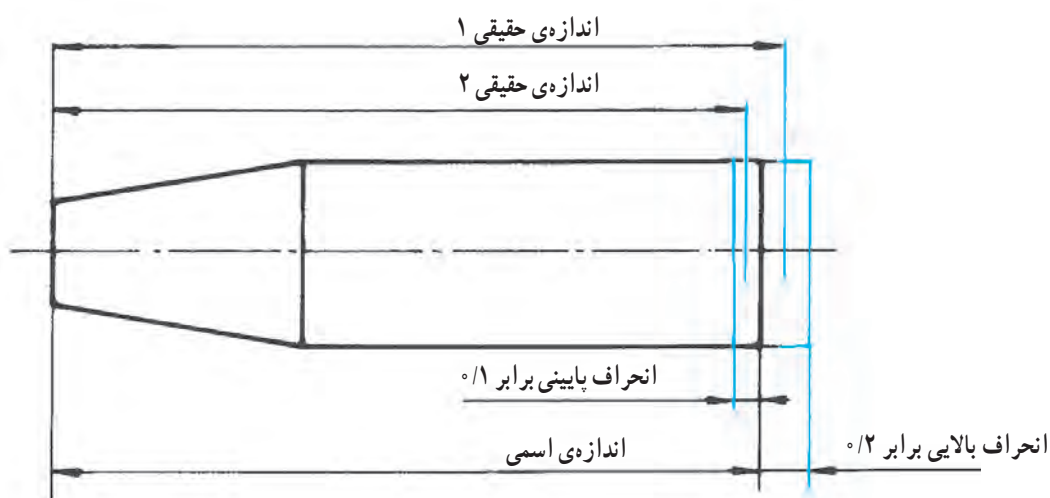
می‌گویند. به شکل ۶-۱۰ توجه کنید.

فرض کنید طراح برای طول L مقدار ۰/۲ mm افزایش

طول و نیز ۰/۱ mm کاهش را مجاز دانسته است ؛ بر این اساس،

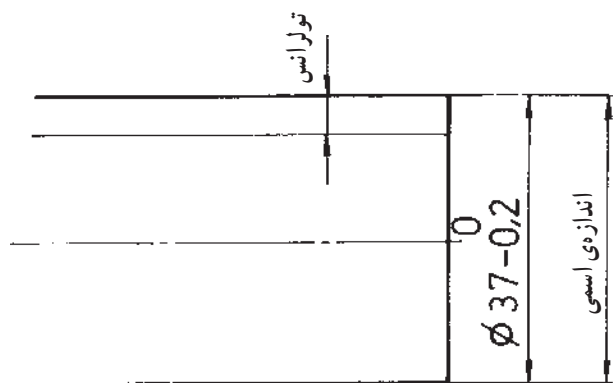
بزرگ‌ترین اندازه ۲۰۰/۲، و کوچک‌ترین اندازه ۱۹۹/۹ است.

در این جا اختلاف اندازه‌ی مجاز یا تولرانس برابر خواهد بود با



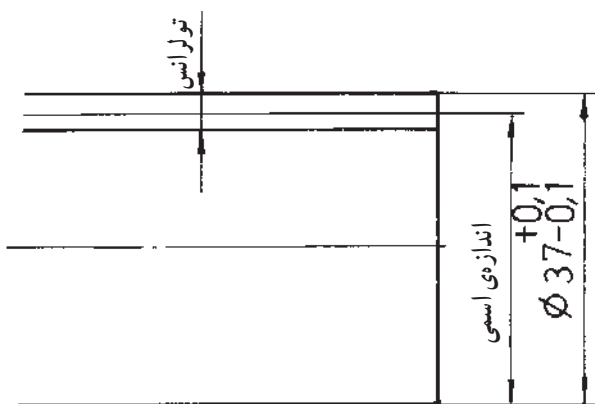
شکل ۷-۱۰

ب) بزرگ‌ترین اندازه به خط صفر برسد (شکل ۹-۱۰).



شکل ۹-۱۰

ج) بزرگ‌ترین اندازه بالای خط صفر و کوچک‌ترین اندازه زیر خط صفر باشد (شکل ۱۰-۱۰).

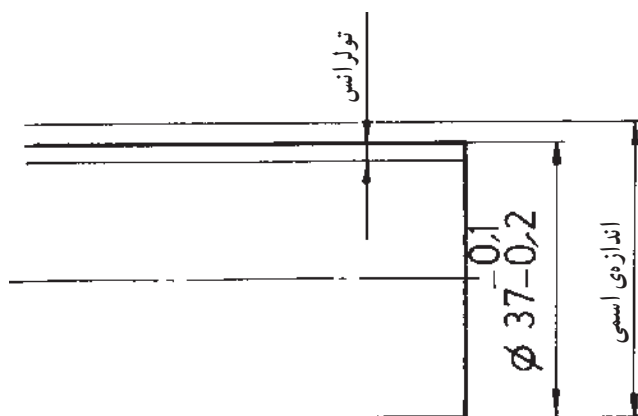


شکل ۱۰-۱۰

بیش‌تر شود به دست آوردن اندازه‌ی فعلی آسان‌تر خواهد بود.
۳-۱۰-۳- موقعیت تولرانس: عبارت است از وضعیت انحراف اندازه‌ی مجاز نسبت به خط صفر. مجموعه‌ی کیفیت و موقعیت تولرانس به میدان تولرانس موسوم است.

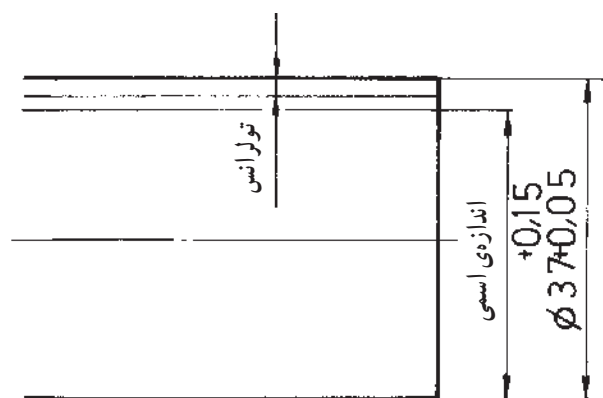
مثال: اگر اندازه‌ی اسمی قطر یک میله ۴۰ باشد، با در نظر گرفتن تولرانس‌های مختلف می‌توان وضعیت‌های متفاوتی نسبت به خط صفر به دست آورد. (البته این تولرانس‌ها می‌توانند هر چه ظریف‌تر یا خشن‌تر انتخاب شوند.) در این جا می‌توان اختلاف اندازه‌ی مجاز را به گونه‌ای انتخاب کرد که:

الف) بزرگ‌ترین اندازه، زیر اندازه‌ی اسمی باشد، «زیر خط صفر باشد» (شکل ۸-۱۰).



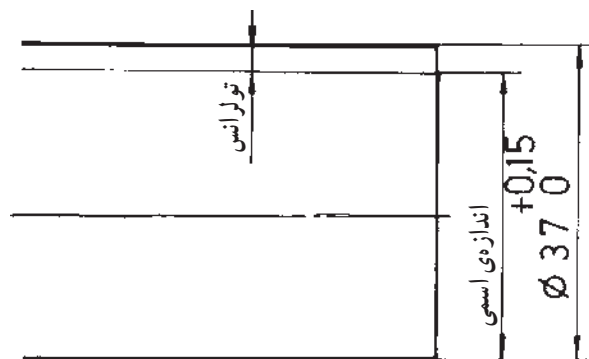
شکل ۸-۱۰

ه) کوچک‌ترین اندازه بیش‌تر از خط صفر باشد؛ یعنی «بالای خط صفر یا اندازه‌ی اسمی» (شکل ۱۰-۱۲).

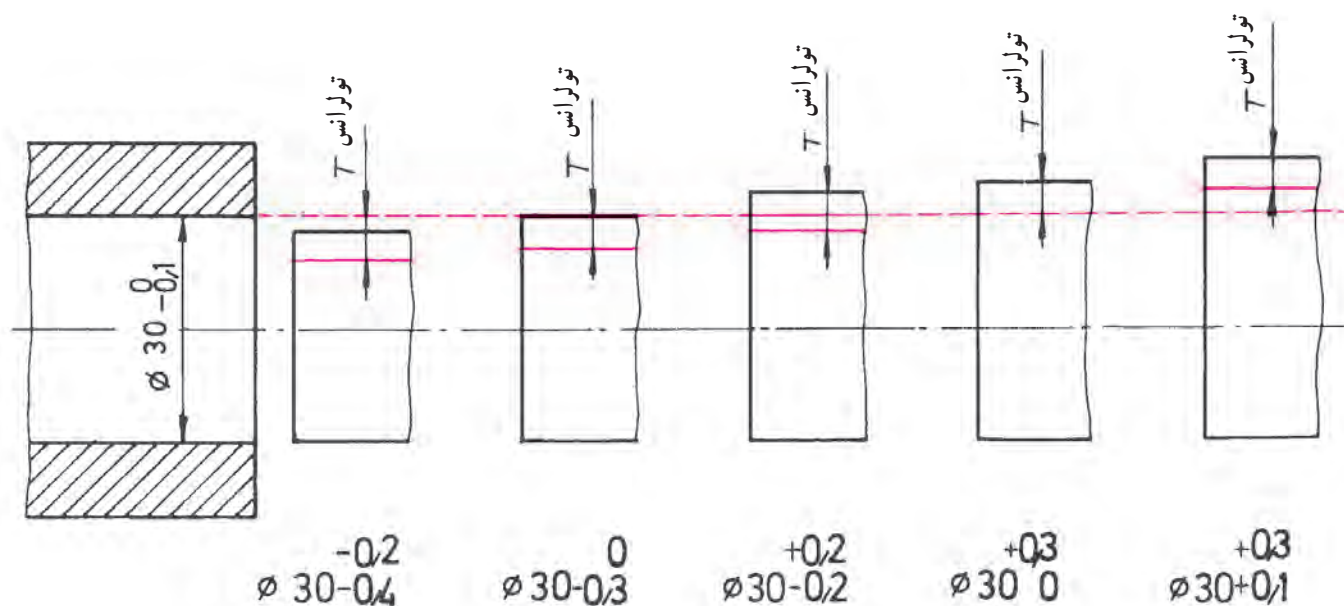


شکل ۱۰-۱۲

د) کوچک‌ترین اندازه‌ی مجاز برابر با خط صفر باشد (شکل ۱۰-۱۱).



شکل ۱۰-۱۱



شکل ۱۰-۱۳

به عبارت دیگر، اگر قرار باشد که تولیدکنندگان برای اندازه‌های مورد ساخت، تولرانس‌های متفاوت در نظر گیرند، ارتباط صنعتی منتفی خواهد بود. برای هماهنگی در کارهای صنعتی، استاندارد ISO، دارای جدول اصلی برای مقادیر اختلاف اندازه‌ی مجاز در قطرهای مختلف است. قبل از آوردن این جدول اساسی، یک جدول کوچک را با در نظر گرفتن آنچه راجع به کیفیت تولرانس گفته شد می‌آوریم (جدول ۱-۱۰).

براساس این جدول، استاندارد ISO برای کیفیت تولرانس

هر کدام از وضعیت پنج‌گانه، در کارهای صنعتی کاربرد ویژه‌ای دارند که بعداً بیان خواهد شد. در شکل ۱۰-۱۳ مطالب ذکر شده در پنج مورد به طور یک‌جا نشان داده می‌شود. این شکل از نظر مقایسه‌ی حالت‌های یاد شده در خور توجه است.

۴-۱۰- جدول مقادیر اصلی تولرانس

انتخاب دل‌خواه مقادیر تولرانس برای اندازه‌های مختلف، کارهای ساخت و تولید را در صنعت دچار اختلال می‌کند.

جدول ۱-۱۰ - مربوط به اعداد تولرانس ISO

اندازه‌ها با دقت کم تر										اعداد IT		اندازه‌ها با دقت بیش تر					
۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	۰۱

حال می‌توان برای روشن‌تر شدن کامل مطلب جدول مقادیر اصلی را در نظر گرفت (جدول ۱-۲).
به این جدول با دقت نگاه کنید. این جدول اساس کلیه مطالب عنوان شده در تولرانس‌ها و انطباق‌ها^۲ است.
- ستون اول با واحد میلی‌متر در سمت چپ مربوط به قطرهای «یا اندازه‌های طولی» است؛ برای مثال، ۱۸ تا ۱۰. به معنای قطر میله‌ی بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر تا حداکثر ۱۸ میلی‌متر است.

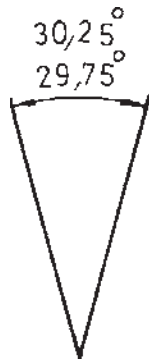
۱۸ مرحله در نظر گرفته است^۱ که این مراحل با اعداد ۰۱، ۰، ۱، ۲، ...، ۱۶ بیان می‌شوند. برای عبارت «تولرانس ISO» اختصار IT (ISO Tolerance) را در نظر می‌گیریم. پس کیفیت‌های هجده‌گانه را می‌توان به صورت‌های IT_0 ، IT_1 ، IT_2 ، ...، IT_{16} نشان داد. از IT_0 تا IT_5 برای کارهای بسیار دقیق مثل ابزارهای اندازه‌گیری، از IT_5 تا IT_7 برای ماشین‌سازی دقیق و از IT_8 به بالا برای کارهای با دقت اندازه‌ی کم‌تر استفاده می‌شود.

جدول ۱-۲ - مقادیر عددی تولرانس‌های استاندارد برحسب میکرون متر m.

گروه mm	۰۱	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۰ تا ۳	۰/۳	۰/۵	۰/۸	۱/۲	۲	۳	۴	۶	۱۰	۱۴	۲۵	۴۰	۶۰	۱۰۰	۱۴۰	۲۵۰	۴۰۰	۶۰۰
۳ تا ۶	۰/۴	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۵	۸	۱۲	۱۸	۳۰	۴۸	۷۵	۱۲۰	۱۸۰	۳۰۰	۴۸۰	۷۵۰
۶ تا ۱۰	۰/۴	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۹	۱۵	۲۲	۳۶	۵۸	۹۰	۱۵۰	۲۲۰	۳۶۰	۵۸۰	۹۰۰
۱۰ تا ۱۸	۰/۵	۰/۸	۱/۲	۲	۳	۵	۸	۱۱	۱۸	۲۷	۴۳	۷۰	۱۱۰	۱۸۰	۲۷۰	۴۳۰	۷۰۰	۱۱۰۰
۱۸ تا ۳۰	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۹	۱۳	۲۱	۳۳	۵۲	۸۴	۱۳۰	۲۱۰	۳۳۰	۵۲۰	۸۴۰	۱۳۰۰
۳۰ تا ۵۰	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۷	۱۱	۱۶	۲۵	۳۹	۶۲	۱۰۰	۱۶۰	۲۵۰	۳۹۰	۶۲۰	۱۰۰۰	۱۶۰۰
۵۰ تا ۸۰	۰/۸	۱/۲	۲	۳	۵	۸	۱۳	۱۹	۳۰	۴۶	۷۴	۱۲۰	۱۹۰	۳۰۰	۴۶۰	۷۴۰	۱۲۰۰	۱۹۰۰
۸۰ تا ۱۲۰	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۱۰	۱۵	۲۲	۳۵	۵۴	۸۷	۱۴۰	۲۲۰	۳۵۰	۵۴۰	۸۷۰	۱۴۰۰	۲۲۰۰
۱۲۰ تا ۱۸۰	۱/۲	۲	۳/۵	۵	۸	۱۲	۱۸	۲۵	۴۰	۶۳	۱۰۰	۱۶۰	۲۵۰	۴۰۰	۶۳۰	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۲۵۰۰
۱۸۰ تا ۲۵۰	۲	۳	۴/۵	۷	۱۰	۱۴	۲۰	۲۹	۴۶	۷۲	۱۱۵	۱۸۵	۲۹۰	۴۶۰	۷۲۰	۱۱۵۰	۱۸۵۰	۲۹۰۰
۲۵۰ تا ۳۱۵	۲/۵	۴	۶	۸	۱۲	۱۶	۲۳	۳۲	۵۲	۸۱	۱۳۰	۲۱۰	۳۲۰	۵۲۰	۸۱۰	۱۳۰۰	۲۱۰۰	۳۲۰۰
۳۱۵ تا ۴۰۰	۳	۵	۷	۹	۱۳	۱۸	۲۵	۳۶	۵۷	۸۹	۱۴۰	۲۳۰	۳۶۰	۵۷۰	۸۹۰	۱۴۰۰	۲۳۰۰	۳۶۰۰
۴۰۰ تا ۵۰۰	۴	۶	۸	۱۰	۱۵	۲۰	۲۷	۴۰	۶۳	۹۷	۱۵۵	۲۵۰	۴۰۰	۶۳۰	۹۷۰	۱۵۵۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰

۱ - در برخی از استانداردهای ملی مثل استاندارد قدیم دین آلمان ۲۰ کیفیت و استاندارد روسی ۱۹ کیفیت در نظر گرفته شده است.

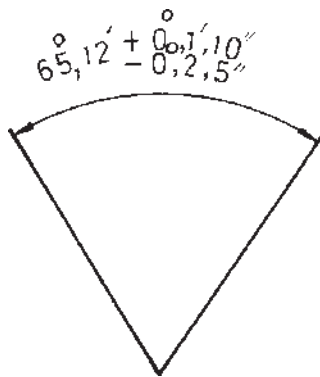
۲ - مقادیر موجود در جدول را طبق فرمول محاسبه کرده‌اند. برای کسب اطلاعات بیش‌تر می‌توانید به کتاب‌های رسم فنی، ترجمه‌ی باقر رجال، یا کتاب رسم فنی تئوری سال چهارم نقشه‌کشی صنعتی نظام قدیم مراجعه کنید.



شکل ۱۵ - ۱۰

شکل ۱۶-۱۰ زاویه‌ای را با دو حد بالایی و پایینی متفاوت نشان می‌دهد. توجه داشته باشید که کلیه‌ی شماره‌ها به یک اندازه هستند.

غیر از روش‌های ذکر شده، برای نوشتن تolerance زاویه شکل‌های دیگری نیز موجود است. یادآور می‌شود که مقادیر تolerance زاویه‌ی استاندارد نیست و معمولاً طراح، مقدار آن را تعیین می‌کند.



شکل ۱۶ - ۱۰

۲-۴-۱۰- تolerance آزاد: با آن که جدول مقادیر اصلی تolerance پاسخ‌گوی کلیه‌ی نیازهای صنعتی است، در بسیاری اوقات، طراح ترجیح می‌دهد که تolerance‌هایی خارج از جدول برای اندازه‌ها قائل شود. این تolerance‌ها را «آزاد» می‌گویند.

در این روش، طراح خود تolerance را پیشنهاد می‌کند؛ مثلاً در مورد اندازه‌ی ۳۰ می‌گوید:

$$30 \pm 0.2 \text{ یا } 30 \begin{smallmatrix} +0.2 \\ -0.3 \end{smallmatrix}$$

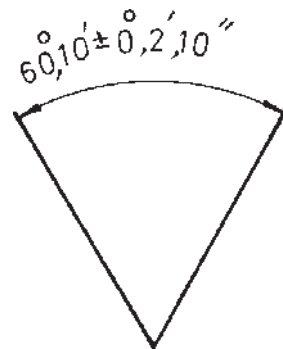
البته برای اندازه‌های موجود روی نقشه، طراح می‌تواند

– ستون دوم یا ستون ۱۰ با واحد میکرون، اولین کیفیت تolerance است؛ به این معنا که طبق این ستون تolerance مجاز برای اندازه‌ها داده می‌شود؛ برای مثال، در مورد ۱۸ تا ۱۰۰ قطر میل، تolerance پیشنهادی ISO برابر ۵/۰ میکرون خواهد بود. – ملاحظه می‌کنید که در ستون‌های بعدی به گونه‌ی مرتب مقدار تolerance افزایش می‌یابد؛ به طوری که برای مثال قبل، یعنی قطر از ۱۰ تا ۱۸ و مثلاً IT۹ خواهیم داشت: $IT9 = 43$. مسئله: IT۱۱ برای قطر ۷ میلی‌متر چه قدر است؟

حل: با مراجعه به جدول می‌بینیم که عدد ۷۰ در محدوده‌ی (۷۰ تا ۵۰) واقع می‌شود؛ پس در ستون ۱۱ خواهیم داشت: ۱۹۰. یعنی $IT11 = 190$ برای قطر ۷۰ خواهد بود.

بنابر آن چه گذشت، در این جدول برای اندازه‌ی معین مثلاً ۲۰ یا ۱۸ کیفیت تolerance در نظر گرفته شده است. امروزه تولیدکنندگان با قبول این کیفیت‌ها، تolerance‌ها را برای اندازه‌های انطباقی را از این جدول استخراج می‌کنند.

۱-۴-۱۰- تolerance زاویه: در مورد زوایا هم می‌توان مقادیر تolerance را برحسب درجه و دقیقه و ثانیه قائل شد. در شکل ۱۴-۱۰ برای زاویه‌ی ۶۰ درجه و ۱۰ دقیقه مقدار ۱۰″ و ۲′ و ۰″ به صورت تolerance در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۴ - ۱۰

در این شکل چون انحراف بالایی و پایینی برابر است آن را به صورت . نوشته‌اند.

در شکل ۱۵-۱۰ حدود ماکزیمم و مینیمم زاویه بر حسب درجه نوشته شده است.

به دو گونه عمل کند :

الف) برای برخی از اندازه‌های نقشه، اختلاف اندازه‌ها را ذکر کند و برای بقیه در زیر نقشه یا در جدول برای مثال بنویسد :
 کلیه ی تولرانس‌های داده نشده ۰/۱ . یا آن که کلیه ی تولرانس‌ها ۰/۱ . این روش برای هنگامی که اندازه‌های موجود بسیار به هم نزدیک باشند مناسب است، اما اگر اختلاف میان اندازه‌های موجود زیاد باشد، این روش کارآیی خود را ازدست می‌دهد؛ برای مثال، برای ساخت اندازه ی ۱۰ mm نباید همان تولرانسی را قائل شویم

که برای اندازه ی ۲۰ mm در نظر می‌گیریم.

ب) می‌توان تولرانس را برای طول معین کم، متوسط و زیاد در نظر گرفت که در آن صورت می‌توان تولرانس‌ها را ظریف، متوسط و خشن نامید.
 این روش در استاندارد ISO موجود نبوده اما در استانداردهای ملی موجود است. برای نمونه، می‌توان آن‌ها را از جدول ۳-۱۰ پیشنهاد شده در استاندارد ASA انتخاب کرد.^۱

جدول ۳-۱۰- مربوط به مقادیر پیشنهادی تولرانس آزاد

خشن	متوسط	ظریف	اندازه‌ها بر حسب mm
—	۰/۱	۰/۰۵	۳ تا ۰/۵
۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۳ تا ۶
۰/۵	۰/۲	۰/۱	۶ تا ۳۰
۰/۸	۰/۳	۰/۱۵	۳۰ تا ۱۲۰
۱/۲	۰/۵	۰/۲	۱۲۰ تا ۳۱۵
۲	۰/۸	۰/۳	۳۱۵ تا ۱۰۰۰
۳	۱/۲	۰/۵	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰

۱- این استاندارد به شماره ی ANSI B 4.3-1978 است.

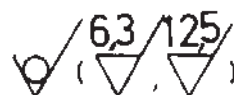
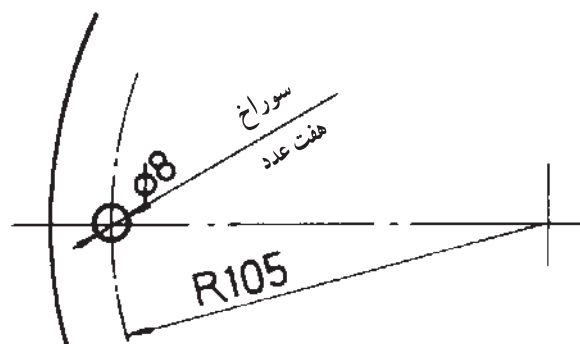
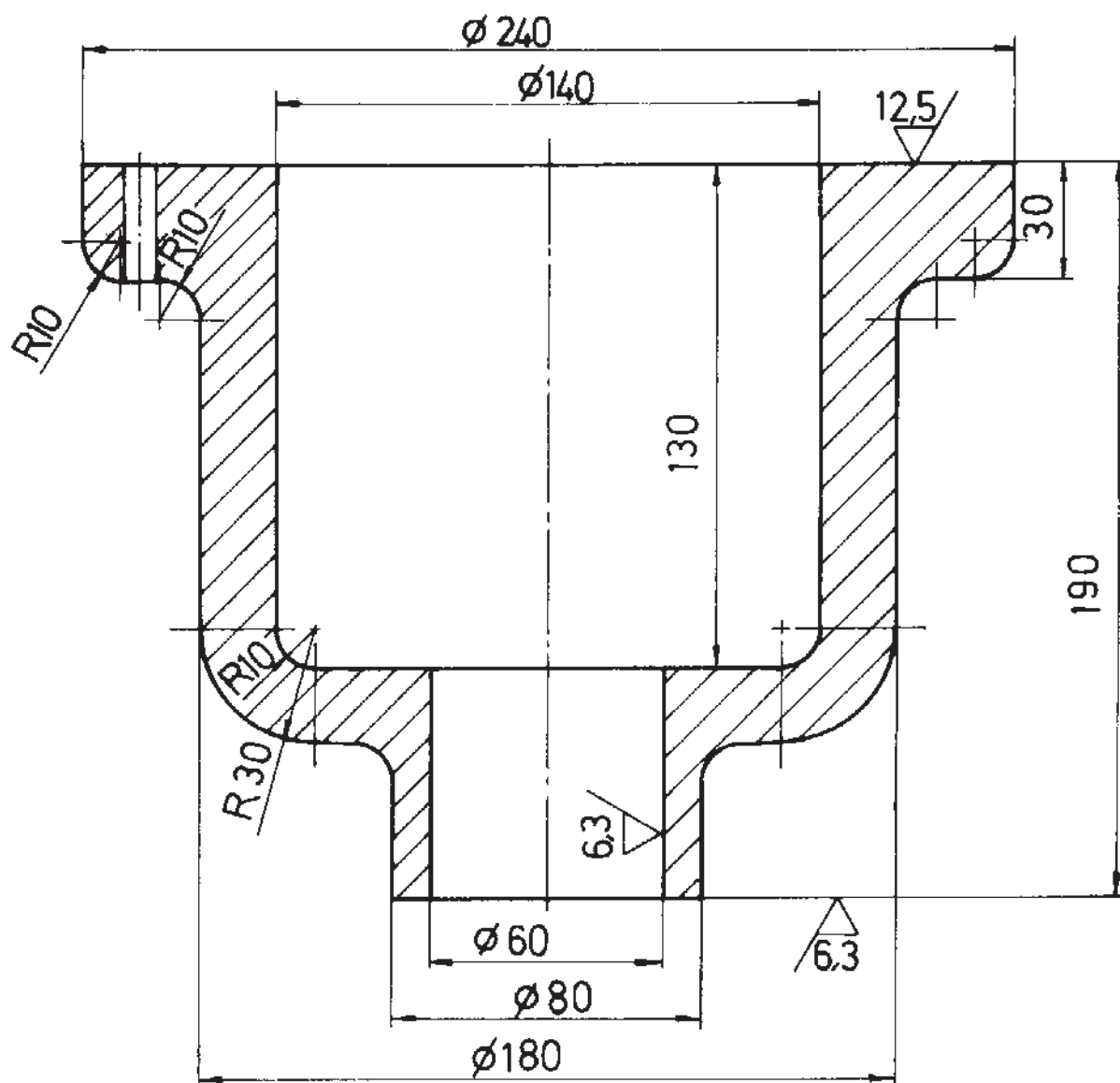
تمرین

- ۱- آیا برای ساخت یک قطعه، همه‌ی اندازه‌ها باید یک دقت را داشته باشند؟
- ۲- اندازه‌ی اسمی یعنی چه؟
- ۳- ساختن اندازه‌ی بسیار دقیق چه مسائلی را به دنبال دارد؟
- ۴- دقت در اندازه‌ها به دلیل چه مسائلی مهم است؟
- ۵- آیا خطاهای اندازه‌گیری در کار یک ماشین مهم است؟
- ۶- مقدار خطای مجاز چه نامیده می‌شود؟
- ۷- خط صفر چیست؟
- ۸- انحراف بالایی را شرح دهید.
- ۹- انحراف پایینی را شرح دهید.
- ۱۰- بزرگ‌ترین اندازه چیست؟
- ۱۱- کوچک‌ترین اندازه چگونه به دست می‌آید؟
- ۱۲- تolerانس را به طور دقیق تعریف کنید.
- ۱۳- اگر برای طول L مقدار $3\text{mm} / \circ$ افزایش طول و $2\text{mm} / \circ$ کاهش طول مجاز باشد، تolerانس چه قدر است؟

- ۱۴- اندازه‌ی فعلی یعنی چه؟
- ۱۵- کیفیت تolerانس یعنی چه؟
- ۱۶- موقعیت تolerانس چیست؟
- ۱۷- منظور از حرف IT چیست؟
- ۱۸- برای کیفیت تolerانس چند مرحله موجود است؟ (آن‌ها از چند تا چند هستند؟)
- ۱۹- در مورد جدول ۲-۱۰ به طور دقیق توضیح دهید.
- ۲۰- تolerانس زاویه را تعریف کنید.
- ۲۱- تolerانس آزاد را شرح دهید.

ارزشیابی عملی

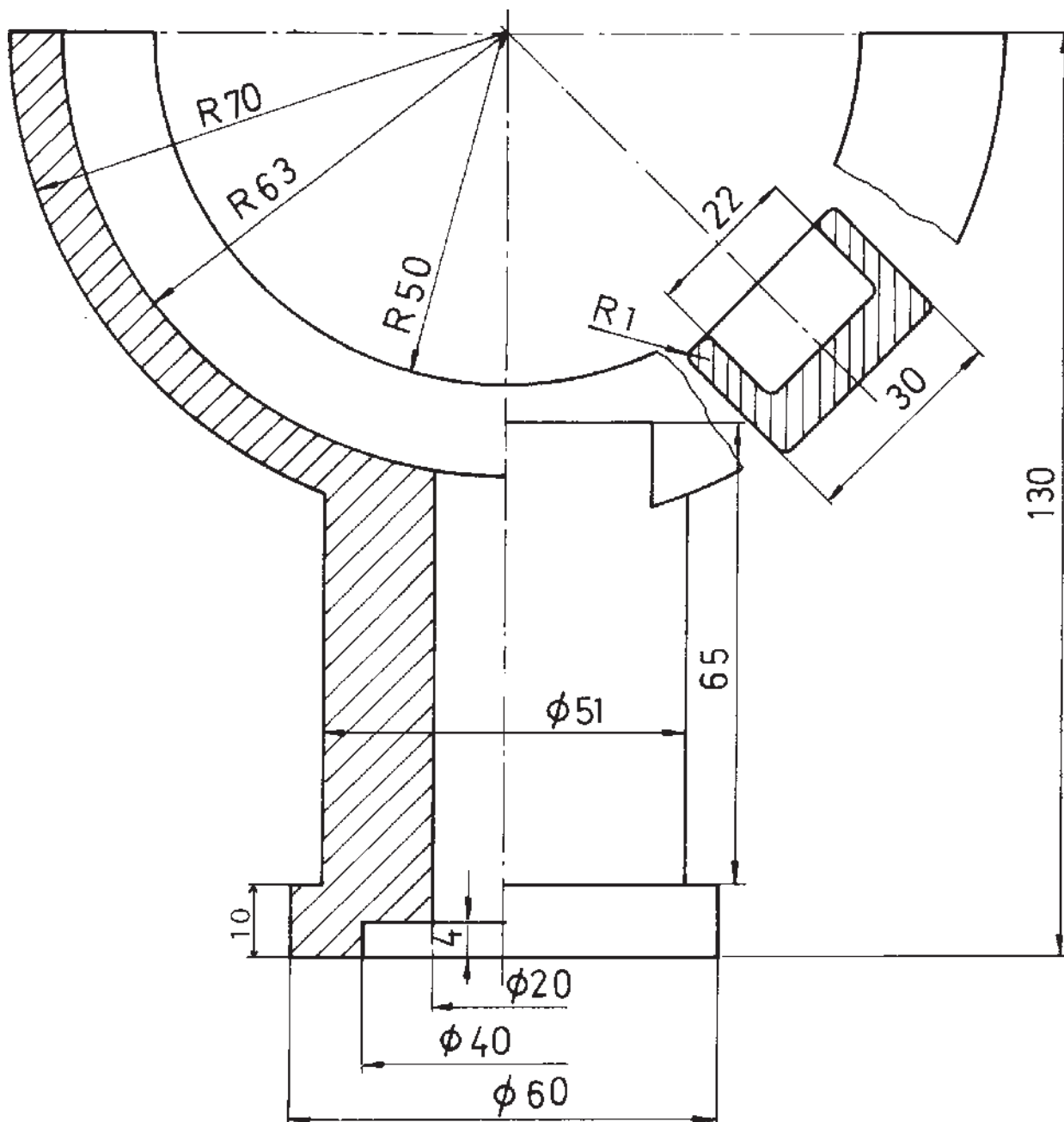
- یک درپوش با دو نما معرفی شده است برای آن، این کارها را انجام دهید :
- ترسیم نمای قائم در نیم‌برش، نمای افقی در نیم‌نما.
 - به کار بردن اندازه‌ها و علائم پرداخت سطح در حالت جدید.
 - با توجه به جدول ۳-۱۰ تolerانس آزاد برای هر اندازه‌ی موجود را در کنار آن بنویسید.



مقیاس ۱:۲
جنس GG15

شکل ۱۷ - ۱۰

در شکل ۱۸-۱۰ قطعه‌ای به وسیله‌ی نیم‌برش و برش گردشی مشخص شده است.
 سطوح داخل شیار استوانه‌ای و نیز سطح داخلی سوراخ 20° و خزینه‌ی آن Ra برابر $6/3$ پرداخت
 می‌شوند. برای سایر موارد از $Ra 12/5$ و دستور برای ساخت بهتر استفاده کنید؛ البته، علاوه بر تصویر از جلو
 و اندازه‌گذاری کامل، برش کامل در نمای از چپ و تصویر افقی نیز مورد نیاز است.



شکل ۱۸-۱۰

انطباقات

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل :

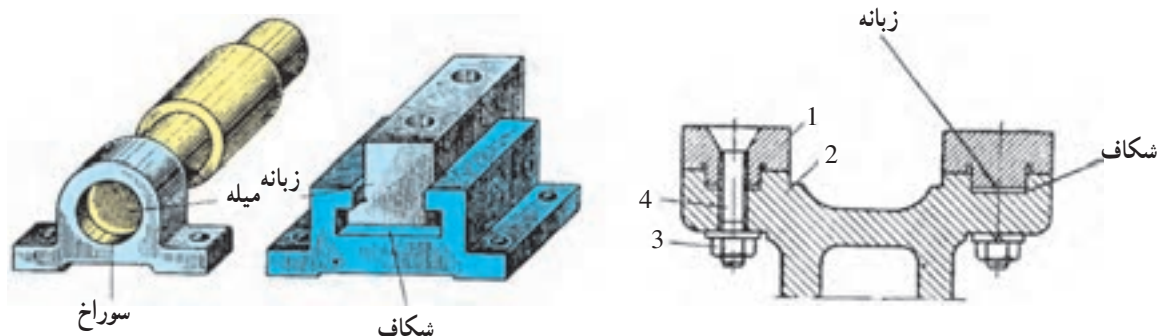
- مفهوم انطباق را شرح دهد.
- مفهوم میله را در انطباقات توضیح دهد.
- مفهوم سوراخ را در انطباقات بیان نماید.
- انواع انطباق را معرفی کند.
- سیستم انطباقی ثبوت سوراخ را شرح دهد.
- سیستم انطباقی ثبوت میله را شرح دهد.
- از جدول، نوع انطباق را استخراج کند.
- مراحل مختلف انطباقی را با استفاده از جدول، معرفی کند.
- مفهوم تولرانس آزاد را برای اندازه‌ی طولی، شعاع قوس و زاویه، شرح دهد.

۱۱- انطباقات

۱۱-۱- تعریف انطباق قطعات

کند، در اصطلاح می‌گوییم یک انطباق صورت گرفته است. در شکل ۱۱-۱ انواعی از انطباق را ملاحظه می‌کنید.

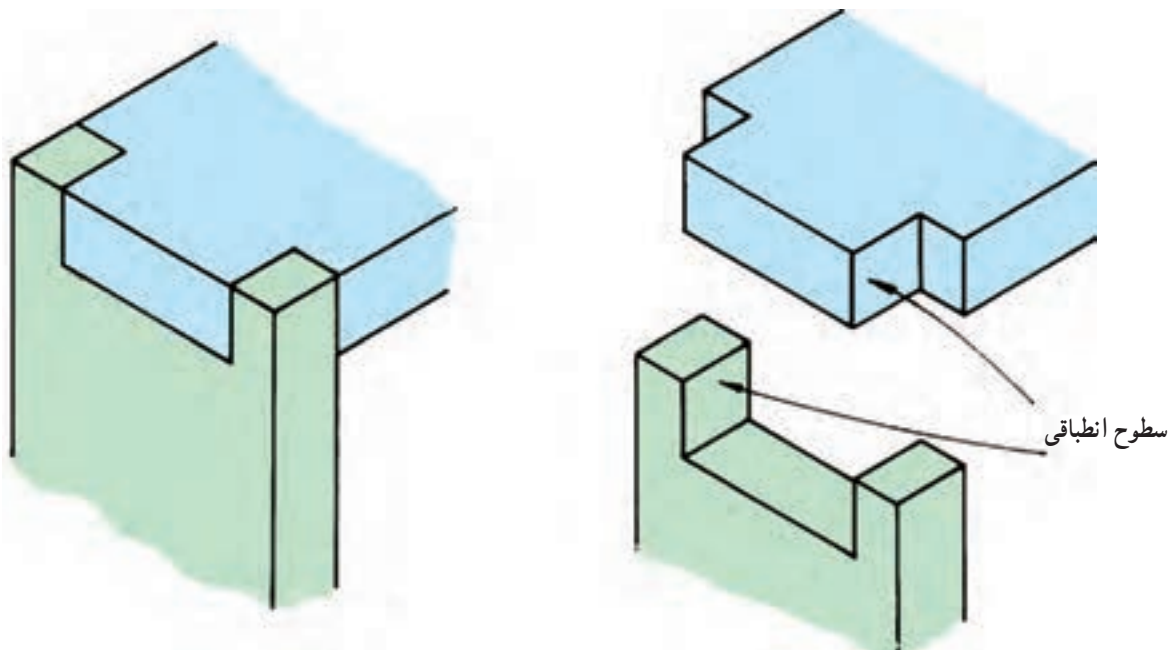
چنانچه یک قطعه، به هر صورت، در قطعه‌ای دیگر تداخل



شکل ۱۱-۱

«سطوح انطباقی» می‌نامیم (شکل ۱۱-۲).

در هر انطباق، دو سطح با یک‌دیگر مجاور خواهند شد و به هر شکلی در یک‌دیگر تداخل خواهند کرد که آن دو سطح را

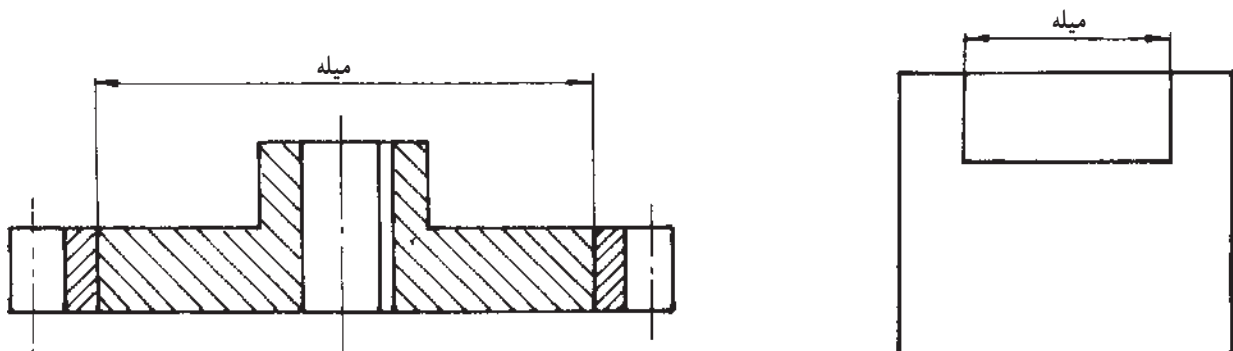


شکل ۲- ۱۱

۱۱-۲- مفهوم میله در انطباقات

قطعه‌ای دیگر می‌شود؛ مانند میله که داخل سوراخ می‌شود و مانند زبانه که داخل شکاف قرار می‌گیرد. در شکل ۱۱-۳ انواعی از میله را می‌بینید.

منظور از میله در انطباق علاوه بر معنی عمومی آن (قطعه‌ای استوانه‌ای)، هر فرم یا شکلی از قطعه است که در انطباق وارد

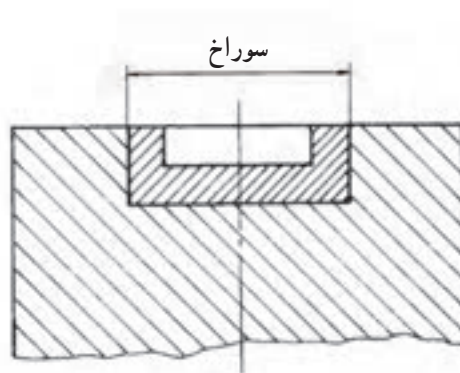
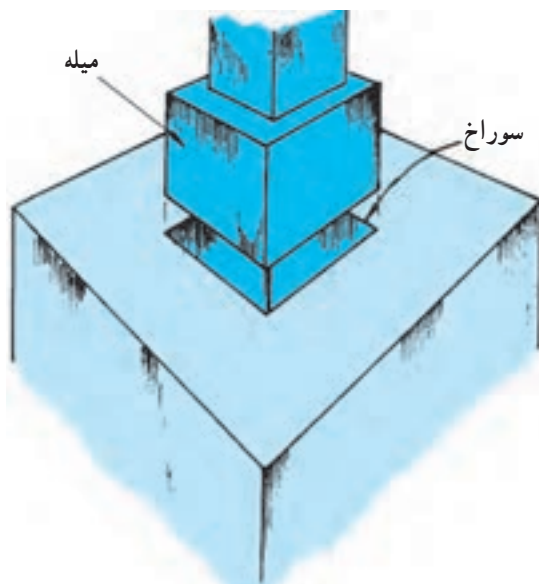


شکل ۳- ۱۱

۱۱-۳- سوراخ

بدیهی است تنوع تولیدات صنعتی نیازمند درجات مختلفی از انطباق است و یکی از مسائل مطرح و اساسی در صنعت چگونگی انطباق دو قطعه است. به‌طور کلی انطباقات به سه دسته تقسیم می‌شوند:

منظور از سوراخ در انطباق علاوه بر معنی عمومی آن (سوراخ به شکل استوانه)، هر فرم و شکلی است که قطعه‌ای داخل آن می‌شود. در شکل ۱۱-۴ نمونه‌هایی از آن را ملاحظه می‌کنید.

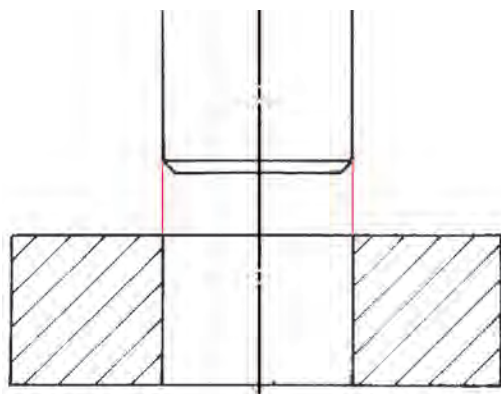


شکل ۴-۱۱

۴-۱۱- انطباق بازی دار

انطباق بازی دار، روان یا «آزاد» هنگامی پیش می‌آید که دو قطعه‌ی منطبق شونده نسبت به هم دارای لقی باشند. میزان این لقی از تفاضل اندازه‌ی فعلی میله از اندازه‌ی فعلی سوراخ به دست می‌آید. شکل ۵-۱۱ براساس اندازه‌های فعلی ترسیم شده است. بدین ترتیب:

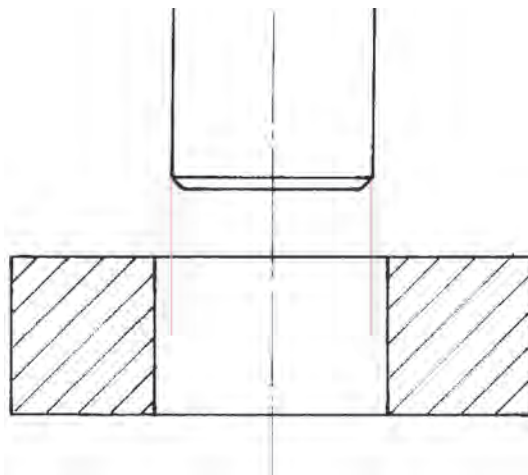
کوچک‌ترین اندازه‌ی میله - بزرگ‌ترین اندازه‌ی سوراخ = بزرگ‌ترین لقی
بزرگ‌ترین اندازه‌ی میله - کوچک‌ترین اندازه‌ی سوراخ = کوچک‌ترین لقی



شکل ۶-۱۱ - انطباق عبوری

۶-۱۱- انطباق پرسی

این انطباق، داخلی یا در هم رفتنی است و اختلاف اندازه‌های فعلی میله و سوراخ بدان گونه است که باید از نیروهای زیادتر، حتی پرس استفاده کرد (شکل ۷-۱۱).

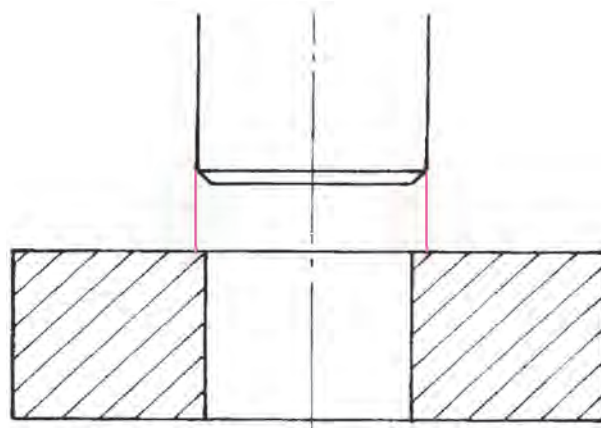


شکل ۵-۱۱ - انطباق روان

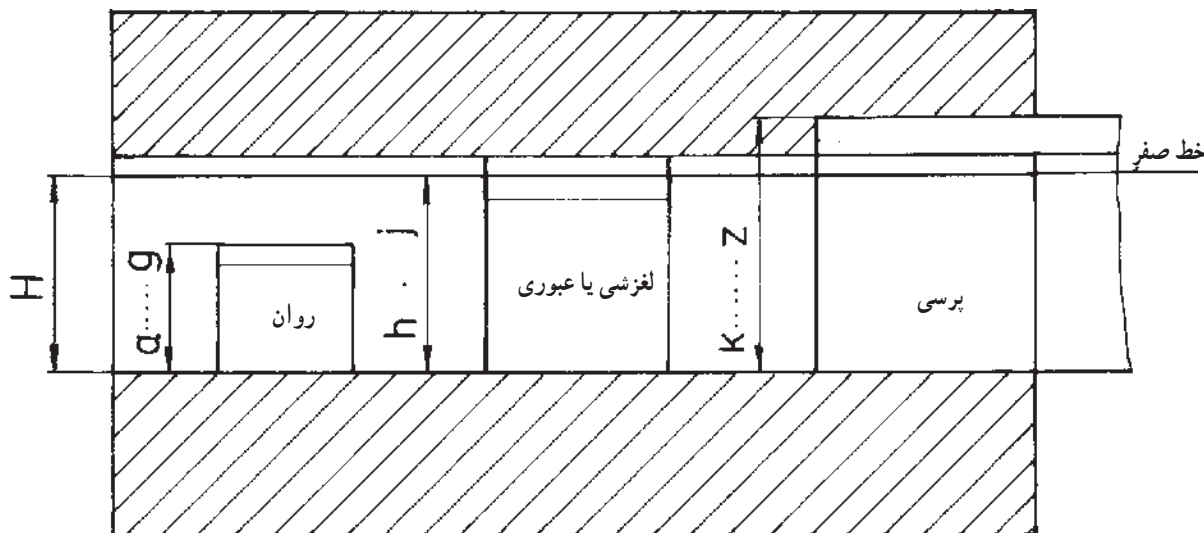
با نظری اجمالی بلافاصله درمی یابیم که تقسیم بندی های فوق به هیچ عنوان برای تنوع انطباقات در صنعت کافی نیست؛ پس لازم است که خود این سه دسته را به مراحل پیش تری تقسیم کنیم. در جدول های ۱-۱۱ و ۲-۱۱ تقسیمات پیش تری را مشاهده می کنید.

۷-۱۱- دستگاه انطباقی ثبوت سوراخ (سوراخ مینا)

برای به دست آوردن یک انطباق، مثلاً فیت، می توان قطر سوراخ و میله را طوری تنظیم کرد که مقصود مورد نظر حاصل شود. برای رسیدن به این هدف می توان ابتدا سوراخ را ساخت؛ سپس قطر میله را چنان تنظیم کرد که کار لازم انجام شود (شکل ۸-۱۱).



شکل ۷-۱۱- انطباق بررسی

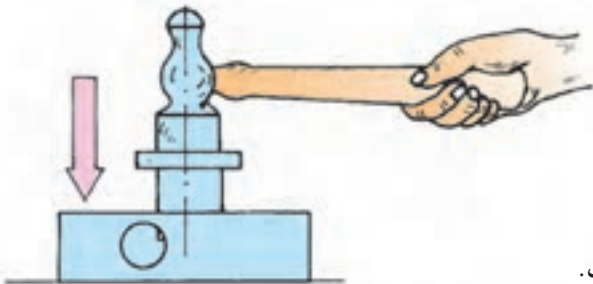
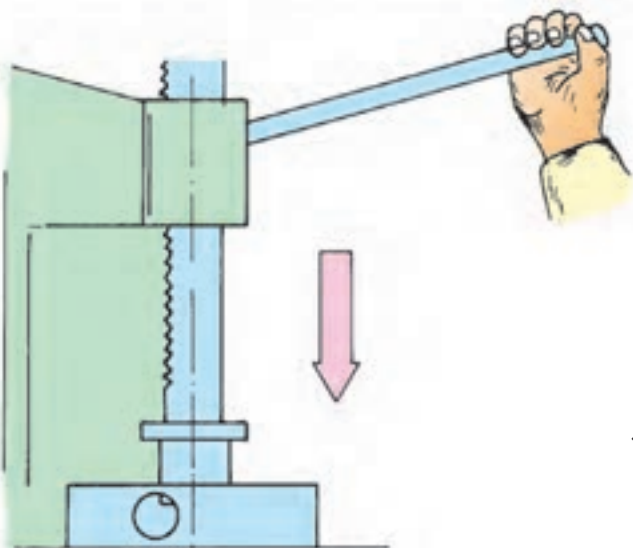
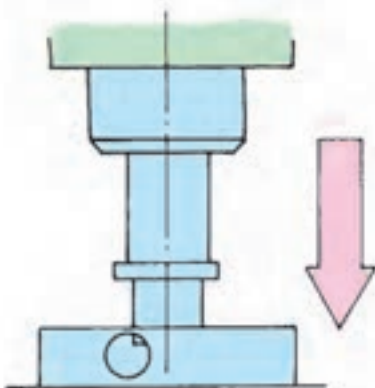


شکل ۸-۱۱

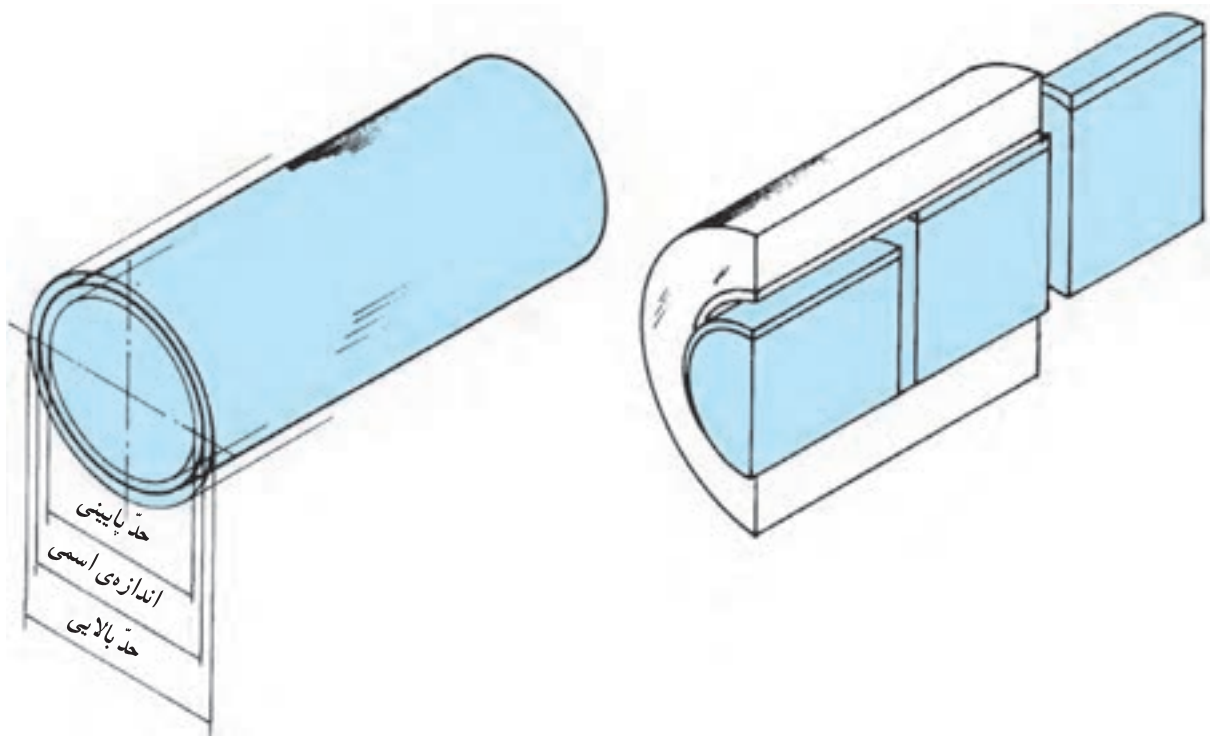
جدول ۱- ۱۱ - مربوط به انواع انطباق سبک

نوع انطباق	وضعیت
آزاد یا روان	<ul style="list-style-type: none"> - لقی زیاد - جازدن آزاد - متحرک نسبت به هم با بازی بسیار زیاد - برای جازدن نیاز به نیرو نیست. 
نسبتاً روان متحرک	<ul style="list-style-type: none"> - با لقی متوسط، با لقی کم - جازدن شل، جازدن راحت - متحرک نسبت به هم با بازی کم و در نهایت، برای جازدن فشار کم دست کافی است. 
فیت لغزشی یا سُرشی	<ul style="list-style-type: none"> - با لقی خیلی کم - جازدن با فشار زیاد دست - در هر صورت با فشار دست امکان حرکت انتقالی هست. 
نسبتاً سفت سفت	<ul style="list-style-type: none"> - بدون هیچ گونه لقی - امکان جازدن و انتقال با دست نیست. - جازدن با ضربات چکش سبک میسر است. 
خیلی سفت پرسی سبک	<ul style="list-style-type: none"> - تداخلی کم - اتصال بدون چرخش به وسیله ی ضامن - جازدن با پرس سبک صورت می گیرد. 

جدول ۲- ۱۱- مربوط به انواع انطباق سنگین

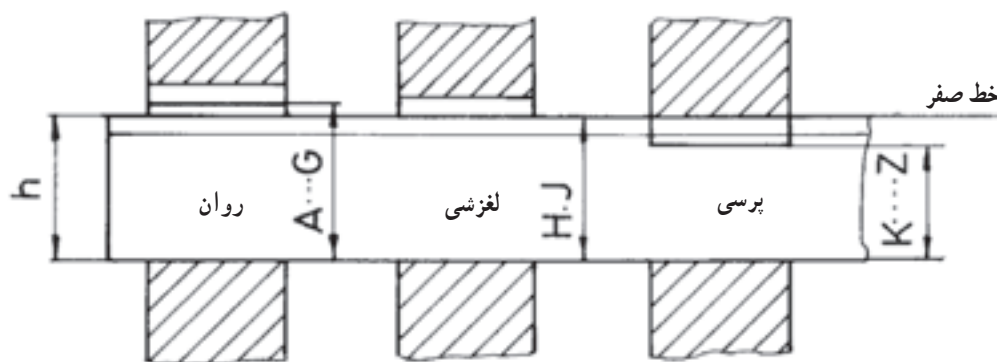
نوع انطباق	وضعیت
پرسی	 <ul style="list-style-type: none"> - تداخلی متوسط - نوع اتصال دائم - تداخل با ضربات چکش سنگین - امکان چرخش وجود ندارد، نیاز به ضامن نیست.
پرسی محکم	 <ul style="list-style-type: none"> - تداخلی - نوع اتصال دائم - تداخل با نیروی زیاد - نیاز به اختلاف دما وجود دارد؛ یعنی «باید دمای سوراخ زیاد و دمای میله کم باشد».
پرسی سنگین	 <ul style="list-style-type: none"> - تداخلی سخت - نوع اتصال دائم - تداخل با نیروی خیلی زیاد - نیاز به اختلاف دما هست. - از نظر استحکام با جوش کاری قابل مقایسه است.

در شکل ۹-۱۱ مطلب یاد شده را به صورت یک دیاگرام ساده مشاهده می کنید.



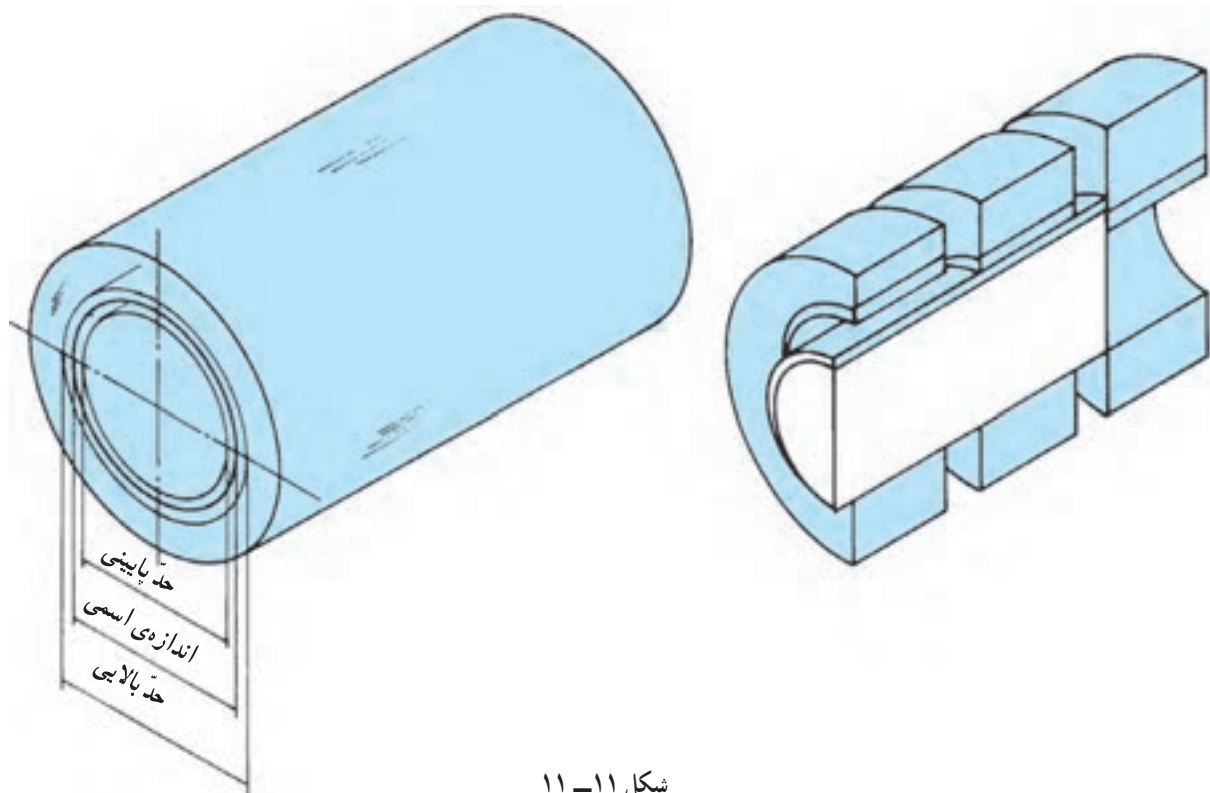
شکل ۹-۱۱

روش دیگر آن است که ابتدا قطر میله را کامل کنیم و سپس سوراخ را با آن تنظیم نماییم. در شکل ۱۰-۱۱ این روش نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۱۱

شکل ۱۱-۱۱ شامل دیاگرام ساده ای است که موضوع روش ها، کار صنعتی دچار هرج و مرج خواهد شد. یاد شده را در آن مشاهده می کنید. به عبارت روشن تر، وسایل ساخت سوراخ از قبیل انواع مت، برقو و نظایر آن را می توان چنان ساخت که سوراخی با قطر در غیر این صورت، یعنی بدون استفاده ی یکی از این



شکل ۱۱-۱۱

انجام پذیرد؟

پیش از این، تقسیم‌بندی‌هایی گفته شد که اگرچه کامل نبودند، مفهوم انواع انطباق را روشن کرده‌اند. اکنون برای آن که این مراحل به‌طور دقیق دسته‌بندی شوند، در استاندارد ISO تعداد ۲۸ مرحله در نظر گرفته شده است. در این ۲۸ مرحله آن‌چه مربوط به سوراخ است با حروف بزرگ نمایش داده می‌شود. مراحل ۲۸ گانه در جدول ۳-۱۱ مشاهده می‌شود.

جدول داده شده شامل برخی اصطلاحات برای نامیدن مراحل نیز می‌شود.^۱

معین را در اختیار قرار دهند؛ سپس با تغییر اندازه‌ی میله می‌توان انطباق مورد نظر را به دست آورد. این کار در ماشین‌سازی سبک و صنایع سبک رایج است. در این روش چون ابتدا قطر سوراخ تنظیم می‌شود، می‌توان گفت که سوراخ مبنای کار است و بدین سبب، این روش را روش «سوراخ مبنای» یا «ثبوت سوراخ» نامیده‌اند.

اگر جفت شدن دو قطعه برای مقصودی معین باشد، مسئله‌ای که مطرح می‌شود این است که جفت شدن یا انطباق چگونه باشد؟ آیا دو قطعه‌ی منطبق شونده نسبت به هم روان باشند؟ فیت باشند؟ یا این انطباق با فشار زیاد و به‌وسیله‌ی پرس

جدول ۳-۱۱

پرسی مبنای روان															
سوراخ	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J	K	.
	.	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
پرسی			مبنای «فیت»			انطباق روان									

۱ - علت حذف برخی از حروف مثل O، Q، L و I به خاطر احتمال اشتباه آن‌ها با سایر علائم است.

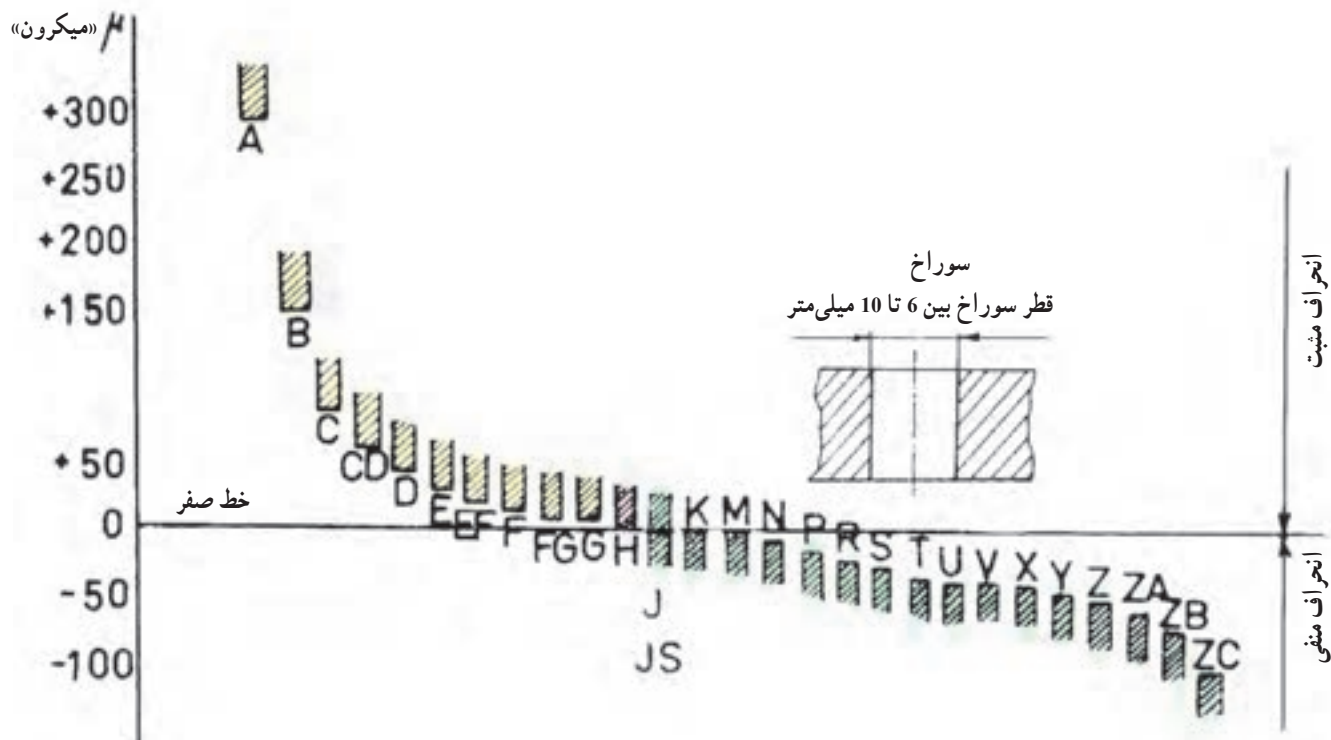
به طور خلاصه:

مفهوم استفاده از ۲۸ مرحله را از طریق دیاگرام شکل

۱۱-۱۲ به خوبی می توان دریافت.

– میله را با ۱۸ کیفیت تولرانسی می توان ساخت.

– سوراخ را با ۲۸ مرحله ی انطباقی می توان ساخت.



شکل ۱۱-۱۲

را ساخت، هم چنین با IT۶ نیز ۲۸ مرحله و ... در همین جا ملاحظه می کنید که این عمل باعث تنوع بیش از حد خواهد شد که به نوبه ی خود مشکل بزرگی است.

برای سامان دادن به این وضع پیشنهاد شده است که مرحله ی H در سوراخ ها به صورت مبنا انتخاب شود. به این ترتیب، می توان ابزارهای سوراخ کاری از قبیل مته، برقو و نظایر آن را طوری ساخت که کوچک ترین اندازه ی سوراخ را برابر اندازه ی اسمی بسازند و کلیه ی انحرافات مجاز را بالای خط صفر درآورند.

با ذکر مثال مطلب را بی می گیریم :

– قطر یک سوراخ را که در مرحله ی انطباقی H و با

اندازه ی ۲۸ ساخته می شود معین کنید (IT7).

حل: با مراجعه به جدول مقادیر اصلی تولرانس ملاحظه

می شود که برای قطر ۲۸، اختلاف اندازه ی مجاز ۲۱ است.

این دیاگرام برای قطر سوراخ بین ۶ تا ۱۰ میلی متر تنظیم

شده است (مثلاً برای قطر ۱۰ میلی متر).

با در نظر گرفتن خط صفر ملاحظه می شود که در مرحله ی

انطباقی A کوچک ترین قطر سوراخ تقریباً ۲۸٪ بیش تر از

اندازه ی اسمی است و برای مرحله ی D کوچک ترین اندازه ی

سوراخ ۴۰٪ بالای خط صفر قرار دارد. در مرحله ی H

کوچک ترین اندازه ی سوراخ برابر اندازه ی اسمی خواهد بود.

از H به بعد بزرگ ترین اندازه ی سوراخ زیر اندازه ی اسمی قرار

می گیرد؛ مثلاً بزرگ ترین اندازه ی سوراخ ۱۰ در مرحله ی Z،

۴۲٪ کم تر از ۱۰ خواهد بود.

به طور خلاصه:

– هر سوراخ را در ۲۸ حالت انطباقی می توان ساخت.

– هر سوراخ را در ۱۸ کیفیت تولرانسی می توان ساخت.

پس با یک کیفیت تولرانس، مثلاً IT۵ می توان ۲۸ مرحله

چون مرحله‌ی انطباقی H است، باید کوچک‌ترین اندازه‌ی سوراخ ۲۸ باشد؛ بنابراین:

$28 \cdot 0^{.21}$ یا $28 \cdot H7$ یا $28 \cdot 0^{.21} =$ اندازه‌ی قطر سوراخ
توجه کنید که عبارت $28 \cdot H7$ مختصر شده‌ی عبارت

$28 \cdot HIT7$ است. هم‌چنین می‌توان $28 \cdot 0^{.21}$ را که در آن
تولرانس برحسب میکرون نوشته شده، با واحد میلی‌متر نوشت؛
 $28 \cdot 0^{+0/0.21}$

بنابراین اگر مسئله‌ی ذکر شده را در IT16 حل کنیم:

$28 \cdot 0^{1/300}$ یا $28 \cdot H16$

در ماشین‌سازی معمولی مته‌ها را با کیفیت h7 می‌سازند.
برای ساخت ابزارهای دقیق و قطعات خیلی دقیق از مته‌ها با IT
کم‌تر از مثلاً ۵ و پایین‌تر استفاده می‌کنند. در کارهای خشن hg
و بالاتر به کار می‌رود.

۸-۱۱- دستگاه انطباقی ثبوت میله (میله مبنا)

براساس مطالب ذکر شده برای سوراخ، مراحل ۲۸ گانه را

نیز می‌توان برای میله در نظر گرفت. در جدول ۴-۱۱ مراحل
۲۸ گانه‌ی انطباقی برای میله را که با حروف کوچک مشخص
می‌شوند، نشان داده شده است. هم‌چنین، همان‌گونه که درباره‌ی
سوراخ ذکر شد، برای میله هم می‌توان دیاگرام شکل ۱۳-۱۱ را
ترسیم کرد.

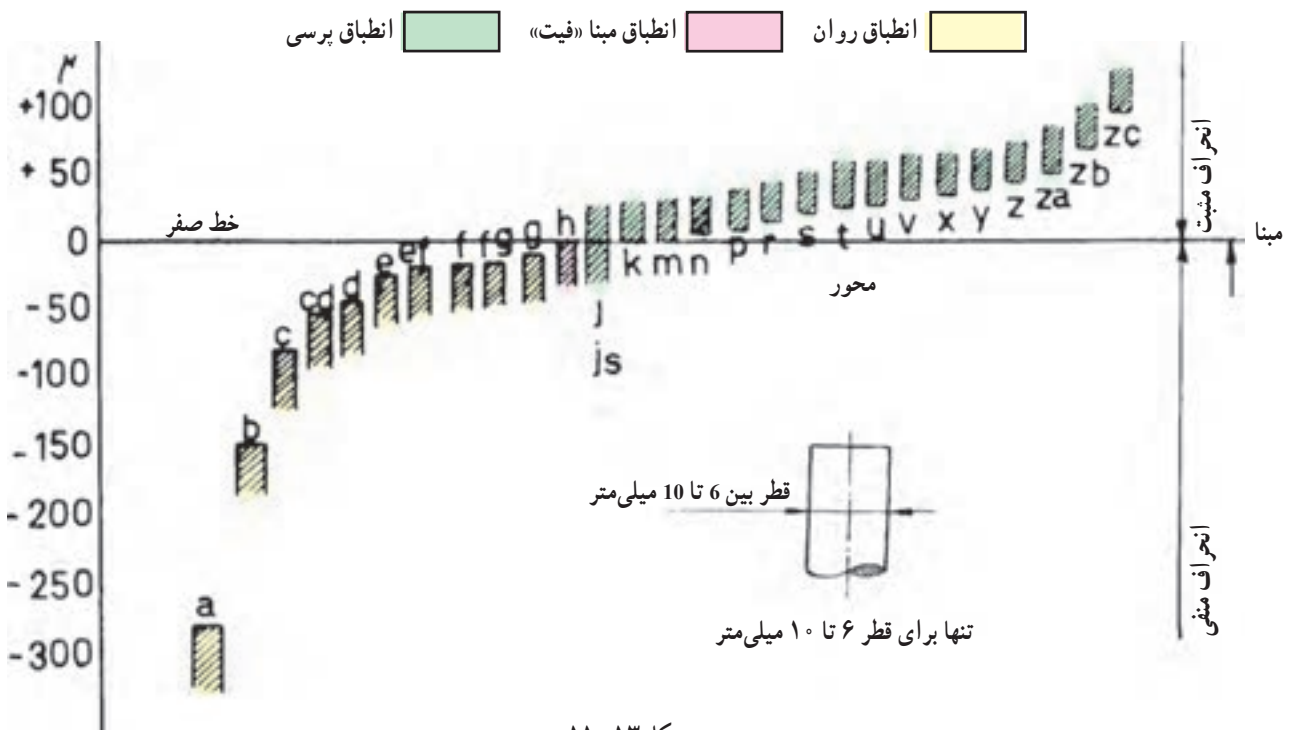
این دیاگرام برای قطر میله بین ۶ تا ۱۰ میلی‌متر (مثلاً ۱۰ mm)

ترسیم شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، برای ردیف انطباقی
a بزرگ‌ترین قطر میله‌ی ۱۰ به اندازه‌ی ۲۸۰٪ کم‌تر از اندازه‌ی
اسمی ساخته می‌شود؛ یعنی، بزرگ‌ترین اندازه‌ی میله ۲۸۰٪
خط صفر قرار دارد. در این جا نیز مرحله‌ی h را مبنا انتخاب
کرده‌اند. پس میله‌ای که در مرحله‌ی h ساخته می‌شود دارای
بزرگ‌ترین اندازه برابر اندازه‌ی اسمی یا خط صفر خواهد بود.

جدول ۴-۱۱

پرسی مبنا روان
فیت

میله	a	b	c	ed	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j	k	.
	فشاری چکشی	m	n	محکم p	r	s	پرسی t	u	v	x	y	z	za	zb	zc



شکل ۱۳-۱۱

مثال: برای میله‌ای با قطر ۲۸، در مرحله‌ی h و با استفاده از جدول و IT7 اندازه را بنویسید. چون برای قطر ۲۸، IT7 برابر ۲۱۰ است، بنابراین:

$$.28 \text{ h}7 = .28 .21$$

در صنایع سنگین که سوراخ‌های بزرگ تراش کاری می‌شوند، می‌توان میله‌ها را قبلاً با اندازه‌ی لازم در ردیف h ساخت و آن‌گاه با تغییرات اندازه روی سوراخ، انطباق لازم را به‌دست آورد.

مسئله: مرحله‌ی y مربوط به انطباق‌پرسی سنگین است. اگر قطر اسمی میله و سوراخ ۴۰ باشد، در سیستم سوراخ مبنا، اندازه را نمایش دهید (عدد تولرانس برای سوراخ ۷ و برای میله ۶).

حل: چون سوراخ مبنا است، ردیف انطباقی و عدد آن H7 خواهد بود؛ بنابراین:

$$.40 \text{ H}7 / \text{y}6$$

اگر بخواهیم اندازه‌های سوراخ و میله را با اعداد نشان دهیم - به گونه‌ای که کوچک‌ترین اندازه‌ی میله ۹۴ بالایی خط صفر باشد - می‌نویسیم:

$$.40 \text{ H}7 = .40 \text{ }^{+25}_0 \text{ برای سوراخ}$$

$$.40 \text{ y}6 = .40 \text{ }^{+110}_{94} \text{ برای میله}$$

مقادیر ۲۵ و ۱۶۰ را برای IT6 و IT7 از جدول استخراج کردیم.

در جدول ۱۱-۵ مقادیر انحراف‌های اصلی برای سوراخ‌ها نشان داده می‌شود.

- در این جدول ستون سمت چپ با نام «انحراف پایینی» مشخص می‌گردد که کوچک‌ترین اندازه‌ی سوراخ چه قدر بالای اندازه‌ی اسمی است.

- در ستون سمت راست با عنوان «انحراف بالایی» نشان داده می‌شود که بزرگ‌ترین اندازه‌ی سوراخ چه قدر کم‌تر از اندازه‌ی اسمی است.

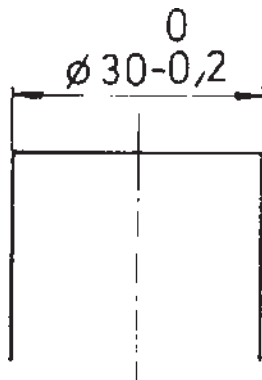
یادآور می‌شود که در این جدول مقادیر متری مشخص می‌گردد^۱.

در جدول ۶-۱۱ مقادیر انحراف‌های اصلی برای میله‌ها مشخص گردیده است.

- در این جدول ستون سمت چپ با نام «انحراف بالایی» نشان می‌دهد که بزرگ‌ترین اندازه‌ی میله چه مقدار زیر اندازه‌ی اسمی است.

- ستون سمت راست با نام «انحراف پایینی» نشان می‌دهد که کوچک‌ترین اندازه‌ی میله چه قدر بالای اندازه‌ی اسمی است. جدول‌های دیگری که در کارهای عملی بسیار مفید هستند نیز داده می‌شوند.

اکنون برای درج صحیح و طبق استاندارد تولرانس‌های ابعادی، نیز اندازه‌های انطباقی در نقشه‌ها، به نمونه‌های زیر توجه کنید. این نمونه‌ها مثال‌هایی اساسی هستند^۲. در ضمن توجه کنید که همیشه کلیه‌ی اندازه‌ها را برحسب میلی‌متر درج می‌کنیم^۳. - در شکل ۱۴-۱۱ میله‌ای با تولرانس آزاد ترسیم شده است. اندازه‌ی قطر میله ۳۰ است که طبق معمول، انحراف پایینی در مقابل آن و انحراف بالایی که در این‌جا برابر ۰ است، بدون هیچ‌گونه علامتی اضافه، در بالای آن نوشته شده است. اندازه‌ی شماره‌ها تغییری نمی‌کند و همه با یک ارتفاع نوشته می‌شوند. در این مثال یکی از انحراف‌ها صفر است.



شکل ۱۴-۱۱

۱ - جهت کسب اطلاعات بیش‌تر می‌توان به استانداردهای ISO مثلاً ISO/R286 مراجعه کرد.

۲ - براساس توصیه‌نامه‌ی شماره‌ی ۴۰۶ ISO (E) 406:1987 ISOR

۳ - از همکاران محترم تقاضا می‌شود که در نقشه‌ها نهایت دقت را در نوشتن صحیح این علائم و اعداد برطبق نمونه‌ها به کار برند.

سور انحصا

علامت		انحرافات اصلی													انحرافات پایشی E1													انحرافات بالایی ES													بر حسب میکرون												
		حرف													انحرافات پایشی E1													انحرافات بالایی ES																									
		A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J _s	J	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC																								
گروه		تیم گروه ها													P													P																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC													ZC																									
															ZC																																						

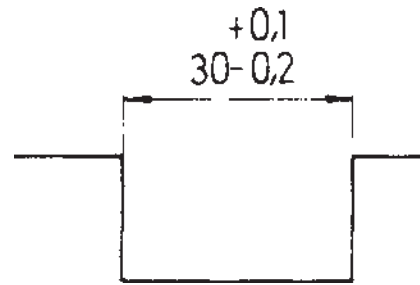
جدول ۱۱- مقادیر عددی انحرافات اصلی برای سوراخ ها

میلها

انحراف‌های اصلی		انحراف بالاییCS												انحراف پایینیeI																	
		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc		
میزان	حرف	تمام گروه‌ها																													
		۵-۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳		
انحراف‌های اصلی بر حسب میکرون (mm 0.001) ۱. . .	گروه	تمام گروه‌ها																													
	<۳	۲۷۰	۱۴۰	۶۰	۳۴	۲۰	۱۴	۱۰	۶	۴	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۳۱0۶	۲۷۰	۱۴۰	۷۰	۲۶	۳۰	۲۰	۱۴	۱۰	۶	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۶۱0۱۰	۲۸۰	۱۵۰	۸۰	۵۶	۴۰	۲۵	۱۸	۱۳	۸	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۱۰۱0۱۴	۲۹۰	۱۵۰	۹۵	—	۵۰	۳۲	—	۱۶	—	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۱۴۱0۱۸	۳۰۰	۱۶۰	۱۱۰	—	۶۵	۴۰	—	۲۰	—	۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۱۸۱0۲۴	۳۱۰	۱۷۰	۱۲۰	—	۸۰	۵۰	—	۲۵	—	۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۳۰۱0۴۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۳۰	—	۱۰۰	۶۰	—	۳۰	—	۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۴۰۱0۵۰	۳۳۰	۱۹۰	۱۴۰	—	۱۲۰	۷۰	—	۴۰	—	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۵۰۱0۶۵	۳۴۰	۲۰۰	۱۵۰	—	۱۴۰	۸۰	—	۵۰	—	۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۶۵۱0۸۰	۳۶۰	۲۲۰	۱۷۰	—	۱۶۰	۹۰	—	۶۰	—	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	>۸۰۱0۱۰۰	۳۸۰	۲۴۰	۱۸۰	—	۱۸۰	۱۰۰	—	۷۰	—	۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۱۰۰۱0۱۲۰	۴۱۰	۲۶۰	۲۰۰	—	۲۱۰	۱۲۰	—	۸۰	—	۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۱۲۰۱0۱۴۰	۴۶۰	۲۶۰	۲۰۰	—	۲۳۰	۱۴۰	—	۹۰	—	۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۱۴۰۱0۱۶۰	۵۲۰	۲۸۰	۲۱۰	—	۲۵۰	۱۶۰	—	۱۰۰	—	۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۱۶۰۱0۱۸۰	۵۸۰	۳۱۰	۲۳۰	—	۲۷۰	۱۸۰	—	۱۲۰	—	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۱۸۰۱0۲۰۰	۶۶۰	۳۴۰	۲۴۰	—	۳۲۰	۲۰۰	—	۱۴۰	—	۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۲۰۰۱0۲۱۵	۷۴۰	۳۸۰	۲۶۰	—	۳۶۰	۲۲۰	—	۱۶۰	—	۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۲۲۵۱0۲۵۰	۸۲۰	۴۲۰	۲۸۰	—	۴۰۰	۲۴۰	—	۱۸۰	—	۲۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۲۵۰۱0۲۸۰	۹۲۰	۴۸۰	۳۰۰	—	۴۶۰	۲۶۰	—	۲۱۰	—	۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۲۸۰۱0۳۱۵	۱۰۵۰	۵۴۰	۳۳۰	—	۵۲۰	۳۰۰	—	۲۴۰	—	۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۳۱۵۱0۳۵۵	۱۲۰۰	۶۰۰	۳۶۰	—	۶۰۰	۳۴۰	—	۲۶۰	—	۳۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	>۳۵۵۱0۴۰۰	۱۳۵۰	۶۸۰	۴۰۰	—	۶۸۰	۳۸۰	—	۲۸۰	—	۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
>۴۰۰۱0۴۵۰	۱۵۰۰	۷۶۰	۴۴۰	—	۷۶۰	۴۴۰	—	۳۲۰	—	۳۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
>۴۵۰۱0۵۰۰	۱۶۵۰	۸۴۰	۴۸۰	—	۸۴۰	۴۸۰	—	۳۴۰	—	۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	

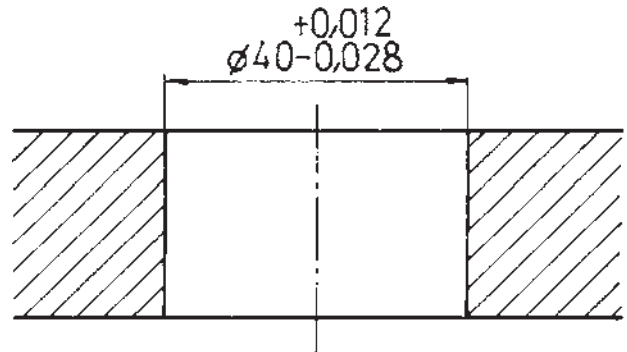
جدول ۶-۱۱- مقادیر عددی انحراف‌های اصلی برای میلها

– در شکل ۱۵-۱۱ هر دو انحراف دارای مقدار است.
در این جا شکاف همان مفهوم سوراخ را خواهد داشت.



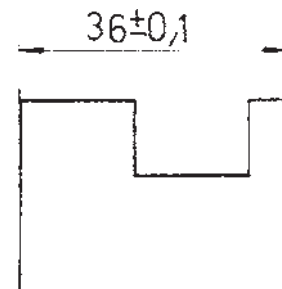
شکل ۱۵-۱۱

– شکل ۱۶-۱۱ مثال دیگری است از اندازه گذاری
تولرانی سوراخ.



شکل ۱۶-۱۱

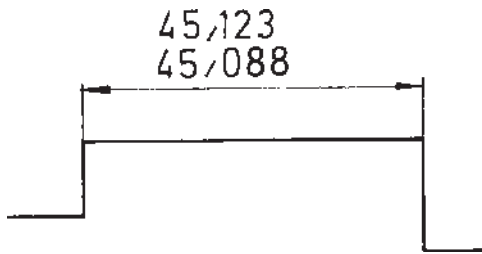
– در شکل ۱۷-۱۱ تولرانس متقارن است ؛ پس می توان
آن را یک بار نوشت و با علامت + و - این امر را رساند.



شکل ۱۷-۱۱

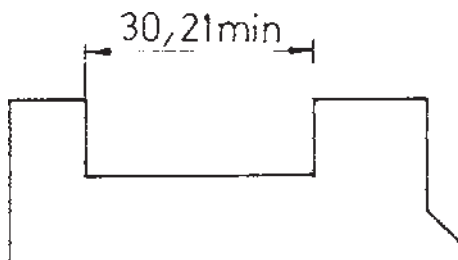
– می توان برای هر اندازه، بزرگ ترین اندازه و کوچک ترین
اندازه را نوشت. به شکل ۱۸-۱۱ بنگرید. طبق این شکل

بزرگ ترین اندازه در بالا قرار می گیرد.



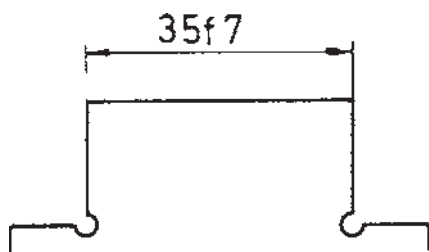
شکل ۱۸-۱۱

– ممکن است بخواهیم کوچک ترین اندازه از حد معینی
کم تر نشود ؛ در این صورت با استفاده از علامت min. (مینیمم)،
کوچک ترین اندازه را می نویسیم.
در شکل ۱۹-۱۱ این موضوع بیان شده است. این کار را
با استفاده از علامت max. برای بزرگ ترین اندازه نیز می توان
انجام داد.

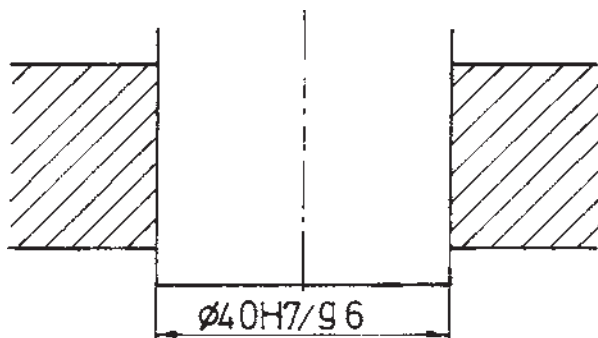


شکل ۱۹-۱۱

– می توان اندازه را با استفاده از ردیف های انطباقی و
عدد تولرانس نمایش داد. در شکل ۲۰-۱۱ اندازه ی ۳۵ را
در ردیف f، مشاهده می کنید. توجه دارید که چون قسمت
اندازه گذاری شده یک زیانه است، مفهوم میله را داراست و برای
آن از حرف کوچک «f» استفاده شده است. البته با مراجعه
به جدول مقادیر، انحراف بالایی و پایینی را می توان به دست آورد.

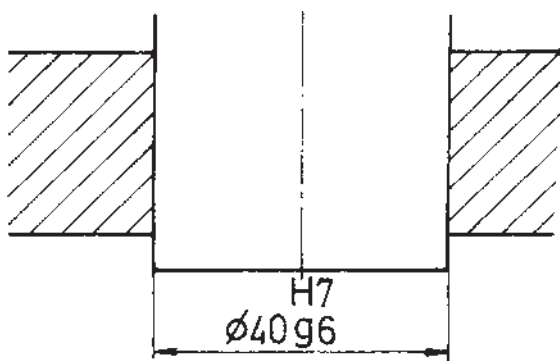


شکل ۲۰-۱۱



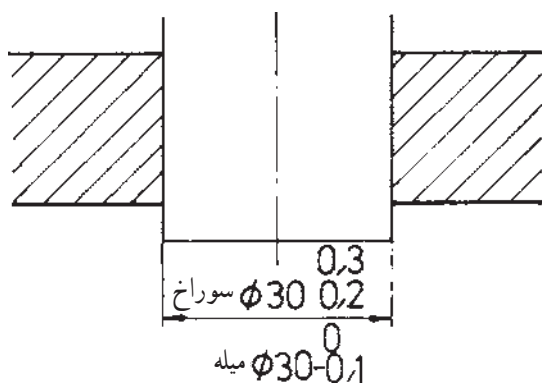
شکل ۱۱-۲۳

– در صورت کمبود جا یا به دلایل دیگر، ممکن است
علائم انطباقی به صورت کسری درج شوند. شکل ۱۱-۲۴
نمونه‌ای است، «بدون خط کسری».



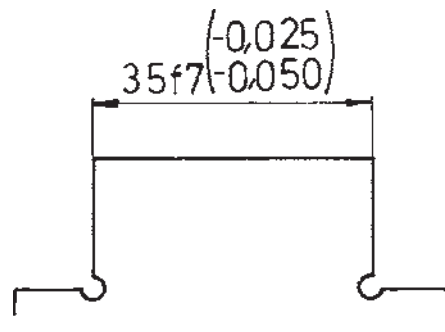
شکل ۱۱-۲۴

– هرگاه از تolerانس‌های آزاد – آنچه که در جدول اصلی
tolerانس‌ها نیست – استفاده می‌شود، می‌توان سوراخ و میله را
جداگانه اندازه‌گذاری کرد.
در این مورد باید از کلمات سوراخ (شکاف...) و میله
(زبانه...) استفاده کرد؛ یعنی مطابق معمول سوراخ در بالا و میله
در پایین (شکل ۱۱-۲۵).



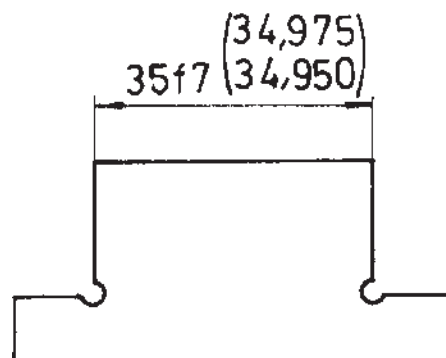
شکل ۱۱-۲۵

– اگر به دلایلی لازم باشد که انحرافات بالایی و پایینی هم
نوشته شود، می‌توان آن‌ها را برحسب میلی‌متر و در داخل پرانتز
اضافه کرد. در شکل ۱۱-۲۱ این موضوع را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۱-۲۱

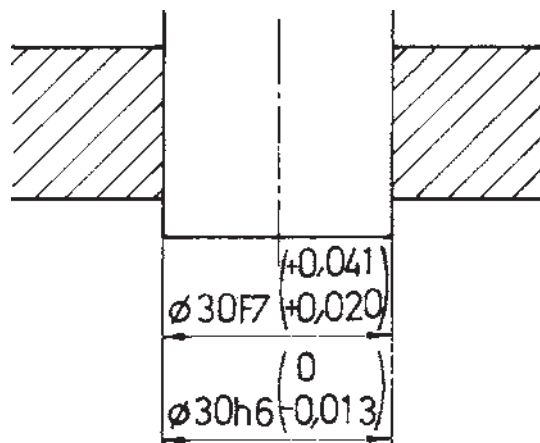
– ممکن است ضمن استفاده از علائم انطباقی، بخواهیم
بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه را نیز درج کنیم؛ در این صورت،
طبق شکل ۱۱-۲۲ عمل خواهیم کرد.



شکل ۱۱-۲۲

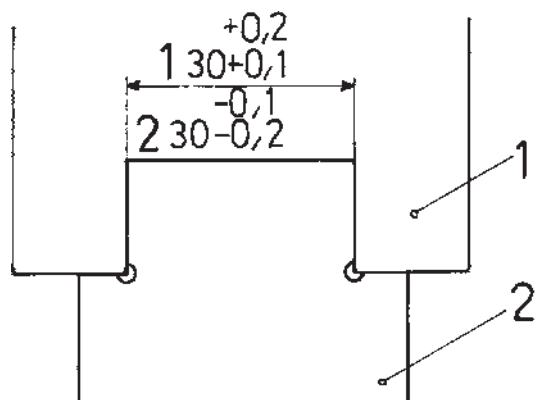
– در اندازه‌گذاری انطباقی که میله و سوراخ هر دو
موجودند، ابتدا علائم انطباقی مربوط به سوراخ «با حرف بزرگ»،
سپس علائم انطباقی مربوط به میله «با حرف کوچک» درج خواهد
شد. شکل ۱۱-۲۳ مثالی در این باره است.
در این جا قطر میله 40 ، ردیف انطباقی $H7$ و برای میله
 $g6$ خواهد بود. اضافه می‌شود که بهتر است اندازه‌ها طبق این
شکل، به صورت خطی نوشته شوند (دو علامت با یک خط مورب
از هم جدا هستند).

– اگر بخواهیم ضمن استفاده از علائم انطباقی مقادیر انحراف را هم درج نماییم، می‌توانیم مطابق شکل ۲۶–۱۱ عمل کنیم.



شکل ۲۶–۱۱

– در صورتی که قطعات شماره داشته باشند، می‌توان به جای نوشتن کلمات میله و سوراخ، به‌طور مستقیم شماره‌ی آن‌ها را نوشت؛ پس اندازه‌گذاری براساس شکل ۲۷–۱۱ خواهد بود (در این جا از تolerانس‌های آزاد استفاده شده است).



شکل ۲۷–۱۱

جدول ۷–۱۱ – ماشین‌سازی دقیق

دستگاه سوراخ مبنا	دستگاه میله مبنا	نوع انطباق	مثال‌هایی از کاربرد
r6	R7	با فشار زیاد	بوش یاتاقان‌ها – صفحات روتور ماشین‌های برق
s6	S7		
n6	N7	نشیمن محکم بدون ضامن	بوش یاتاقان‌ها – اهرم و لنگ روی میله‌ها
m6	M7	سوار شدن به وسیله‌ی چکش با ضامن	چرخ‌دنده‌ها – چرخ تسمه‌ها، حلقه‌ی داخلی بلبرینگ روی میله
k6	K7	با نیروی کم‌تر و با ضامن «جلوگیری کننده از چرخش»	فلکه‌ها – اهرم‌ها
j6	J7	اتصال به آسانی	چرخ‌دنده‌های عوض شونده در جعبه دنده حلقه‌های خارجی بلبرینگ‌ها هنگام نصب در جای خود
h6	H7	قابل حرکت انتقالی با دست	قسمت‌های با حرکت انتقالی – پین دسته‌ها – فلانش‌های متحدالمرکزکننده
g6	G7	متحرک با بازی کم	چرخ‌دنده‌های آزاد – میله‌ی دستگاه تقسیم‌ماشین فرز – پیستون‌ها
f 7	F7	متحرک	یاتاقان‌ها – غلاف‌ها – میله‌ها با دور زیاد
e8	E8	قسمت‌های متحرک با بازی نسبتاً زیاد	میله پیچ‌های حرکتی – میله‌های گذرنده از داخل چند یاتاقان – میله‌ها با دور متوسط
d9	D9	متحرک با بازی خیلی زیاد	میله‌های ترانس‌میسور و چرخ‌های آزاد روی آنها

جدول ۸ - ۱۱ - ماشین سازی عمومی با دقت معمولی

دستگاه سوراخ مبنا	دستگاه میله مبنا	نوع انطباق	برخی از کاربردها
H8	h8 و h9 e9 و f8 d10	H8	حلقه های مکانی - دسته های لنگ - چرخ دنده ها چرخ تسمه های محکم
		E9 و F8	میله سوپاپ ها - پیستون های اتومبیل - یاتاقان دینام - یاتاقان تلمبه
		D10	بوش محور جرثقیل ها - یاتاقان ماشین های کشاورزی

جدول ۹ - ۱۱ - مواردی که تولرانس زیاد مجاز است «در صورت زنگ زدن اشکالی پیش نمی آید»

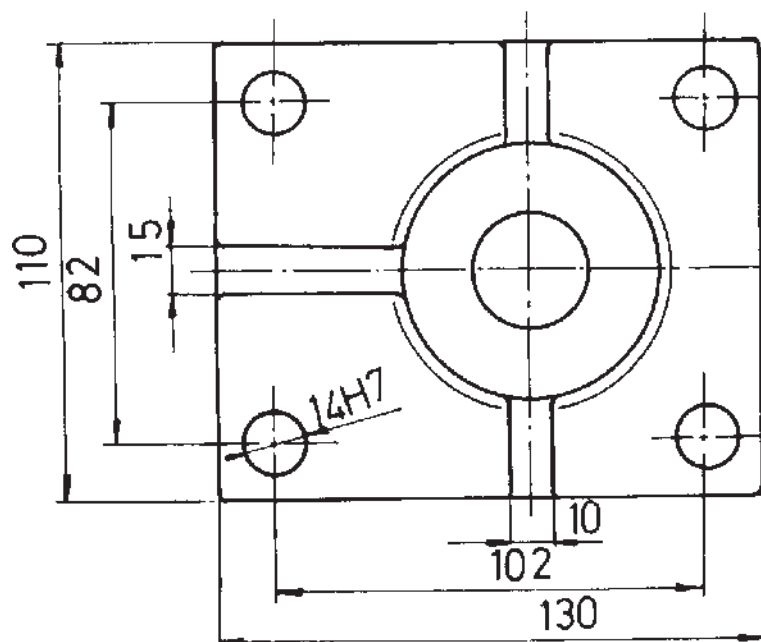
دستگاه سوراخ مبنا	دستگاه میله مبنا	نوع انطباق	برخی از کاربردها
H11	h11 d11 C11 و b11 a11	H11	قطعاتی که برای جوش کاری روی هم نصب می شوند - قطعاتی که با پین متصل شوند - لولاها - ماشین های تحریر
		D11	اهرم هایی که بتوان از روی قطعات دیگر برداشت - میخ پرچ ها - پین مفصل ها
		C11 و B11	یاتاقان کلیدهای گردنده ی برق - پین های متحرک
		A11	میله ی رگولاتور بخار در لوکوموتیو - یاتاقان میله ی ترمز - بوش چرخ ها در درب های کشویی

در نقشه، در مواردی که لازم است با مربی محترم مشورت کنید.
در پایان لازم به یادآوری است که کلیه ی اندازه های انطباقی
داده شده در جدول ها، در سیستم ISO در حرارت C ۲۰ در نظر
گرفته می شود و اعتبار دارد. هم چنین استانداردهای ISO در هر
دو سیستم متریک و اینچی پذیرفتنی است. جدول های ضمیمه
حاوی اطلاعات بیش تری راجع به انطباقات هستند.

- شکل ۲۸-۱۱ یک مثال کلی است. در این شکل،
چرخ تسمه که قطعه ای صنعتی است، نشان داده می شود. در این
نقشه از علایم انطباقی و پرداخت سطح استفاده شده است. لازم
است شکل را به طور دقیق بررسی کنید.
در این نقشه تولرانس های آزاد داده نشده برابر ۰/۰۵ .
است که در خارج نقشه درج گردیده است. پس از دقت کامل

تمرین

- ۱- مفهوم میله را شرح دهید.
- ۲- مفهوم سوراخ را شرح دهید.
- ۳- انطباق بازی چیست؟
- ۴- انطباق عبوری چیست؟
- ۵- انطباق پرسی چیست؟
- ۶- درمورد دستگاه انطباقی ثبوت سوراخ توضیح دهید.
- ۷- بر اساس استاندارد، چند مرحله‌ی انطباقی در نظر گرفته شده است؟
- ۸- درباره‌ی دستگاه انطباقی ثبوت میله توضیح دهید.
- ۹- انطباق میان یک زبانه و شکاف با علایم m9 و K10 مشخص شده، انطباق از چه نوعی است؟
- ۱۰- تفاوت میان علایم m6 و mIT6 چیست؟
- ۱۱- انطباق میان یک میله و سوراخ با علایم D9 و h11 مشخص شده، نوع انطباق و سیستم چیست؟
- ۱۲- با توجه به جدول بگویید برای نصب کردن چرخ‌دندانه روی محور معمولاً از چه انطباقی استفاده می‌شود؟
- ۱۳- انطباقات ISO در چه دمایی معتبر است؟
- ۱۴- برای تصاویر داده شده که مربوط به یک بدنه است، این کارها را انجام دهید (شکل ۲۹-۱۱):
 - الف) با توجه به نماها، کلیه‌ی قسمت‌هایی را که می‌توان سوراخ نامید مشخص کنید و بگویید میله‌ها کدامند؟
 - ب) خصوصیات پای نقشه را با توجه به کلیه‌ی تولرانس‌های داده نشده برابر ۰/۱ و سطوح فاقد علامت پرداخت سطح برطبق دستور ساخت خوب و راکوردها را برابر ۲ تکمیل کنید.
 - ج) نمای جلو و نمای بالا بدون برش و نمای از چپ در نیم برش).
 - د) نقشه را به مقیاس ۱:۱ ترسیم کنید.
 - ه) کلیه‌ی اعداد و علایم نوشته شوند، (در وضعیت جدید).


$$\nabla \left(\frac{25}{\nabla}, \frac{6.3}{\nabla} \right)$$

R2 راکوردها

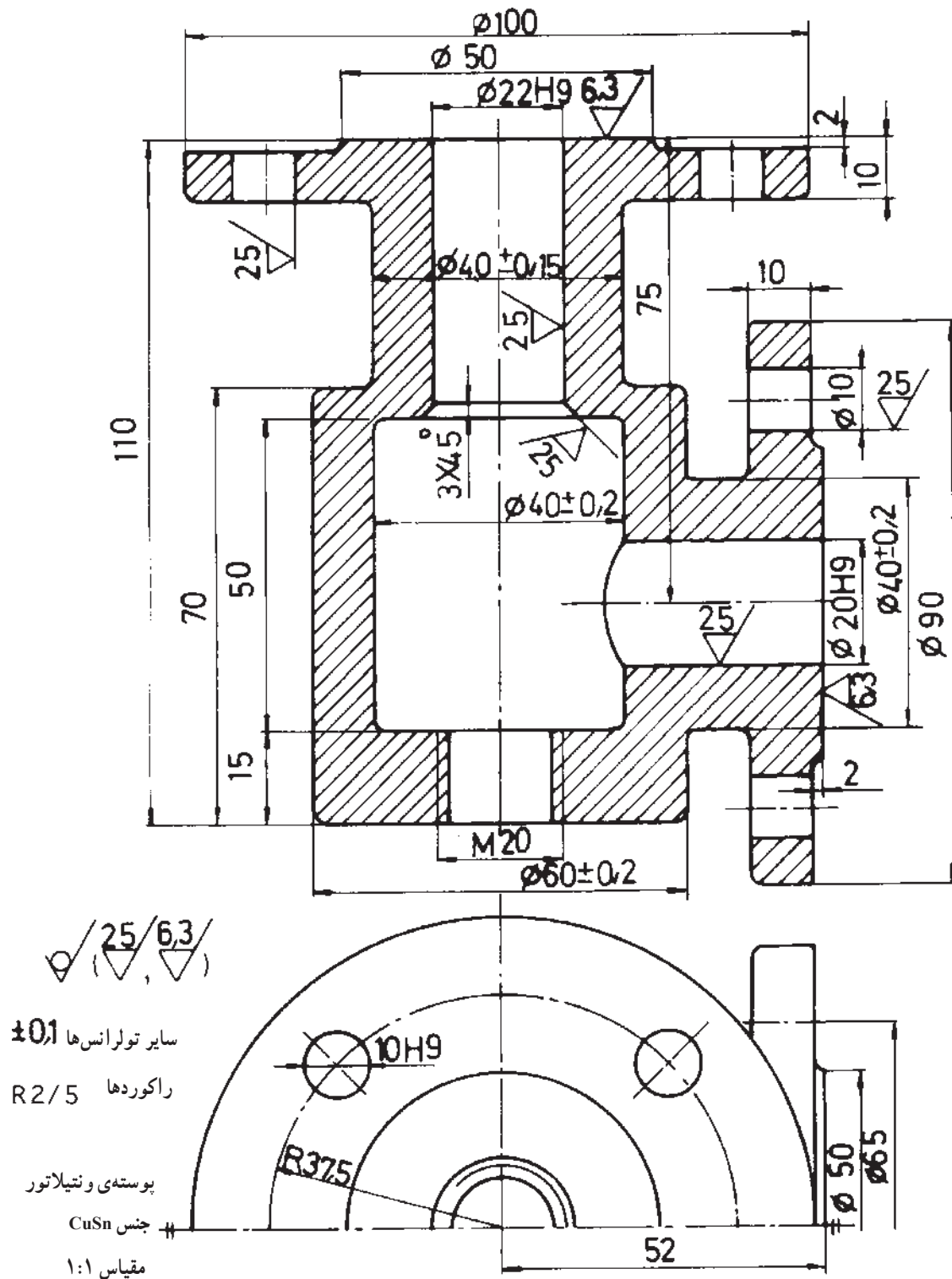
شکل ۲۹-۱۱

۱۵- شکل ۱۱-۳۰ مربوط به پوسته‌ی ونتیلاتور است؛ با توجه به آن، این کارها را انجام دهید:

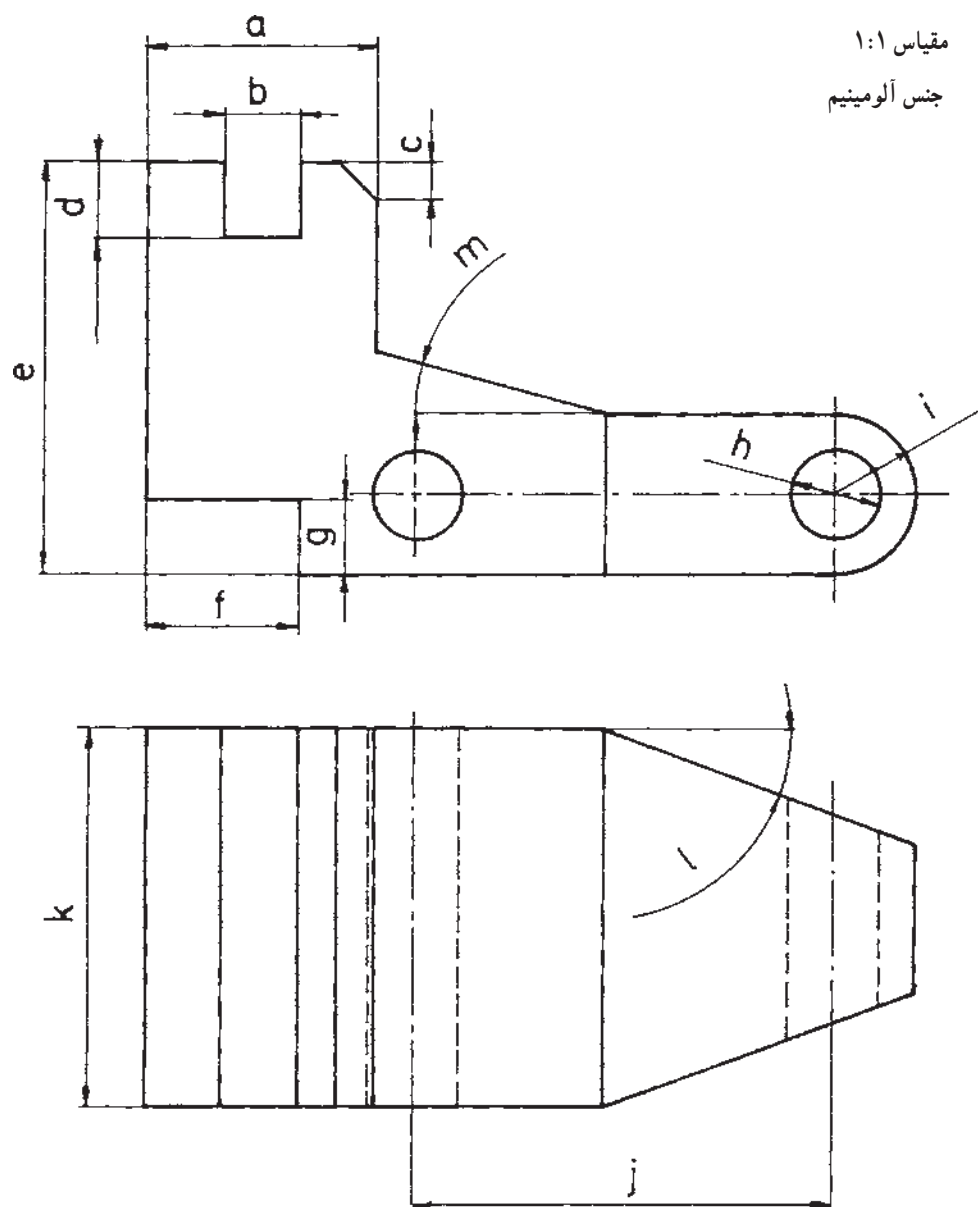
(الف) ترسیم نمای از جلو (کامل)، نمای از بالا (کامل)، نمای از سمت راست (کامل).

(ب) نوشتن اندازه‌ها و علائم انطباقی و علائم پرداخت سطح با توجه به وضعیت جدید.

(ج) برای کلیه‌ی اندازه‌های فاقد تolerance، تolerance آزاد را از جدول استخراج کنید و در کنار اندازه بنویسید (تolerance متوسط).



- ۱۶- تصویر یک اهرم در نماهای شکل ۳۱-۱۱ آمده است. این نقشه را دوباره ترسیم و با این مشخصات برای علایم داده شده، تکمیل کنید :
- a برابر 3° با f۷ و نمایش اعداد تولرانس «با استفاده از جدول ۲-۱۰ و ۶-۱۱»
 - b برابر 1° با علامت HV.
 - c برابر 45° و با تولرانس زاویه ی 1° .
 - d برابر 1° .
 - e برابر ۵۵ با تولرانس $2^{\circ}/1^{\circ}$.
 - f برابر 2° و با تولرانس $1^{\circ}/1^{\circ}$.
 - g برابر 1° و با اختلاف اندازه ی مجاز $2^{\circ}/5^{\circ}$.
 - h برابر ۱۲ با علامت انطباقی HV.
 - i با اندازه ی حداکثر $R11/1$.
 - j برابر ۵۶ به صورت اعشاری، $13^{\circ}/1^{\circ}$ اضافه و $70^{\circ}/1^{\circ}$ کم.
 - k با حداقل $5^{\circ}/1^{\circ}$.
 - l برابر 20° با 1° و $2'$ و اضافه و $18''$ و $2'$ و کسری نشان داده شود.
 - m معادل ۱۵ درجه با تولرانس 2° و $2'$ و 2° . نمایش داده شود (تولرانس متقارن).
 - طول کلی جسم نیز برابر 103° بوده که لازم است طول به صورتی مناسب داده شود.
- تولرانس های داده نشده عموماً برابر $1^{\circ}/1^{\circ}$.
- ضمناً در این نقشه لازم است که پرداخت سطح Ra برابر $3/2$ ، برای شکاف b و سوراخ ها، Ra برابر $12/5$ برای شیب ها و $Ra = 6/3$ برای کلیه ی سطوح دیگر باشد.



شكل ٣١ - ١١

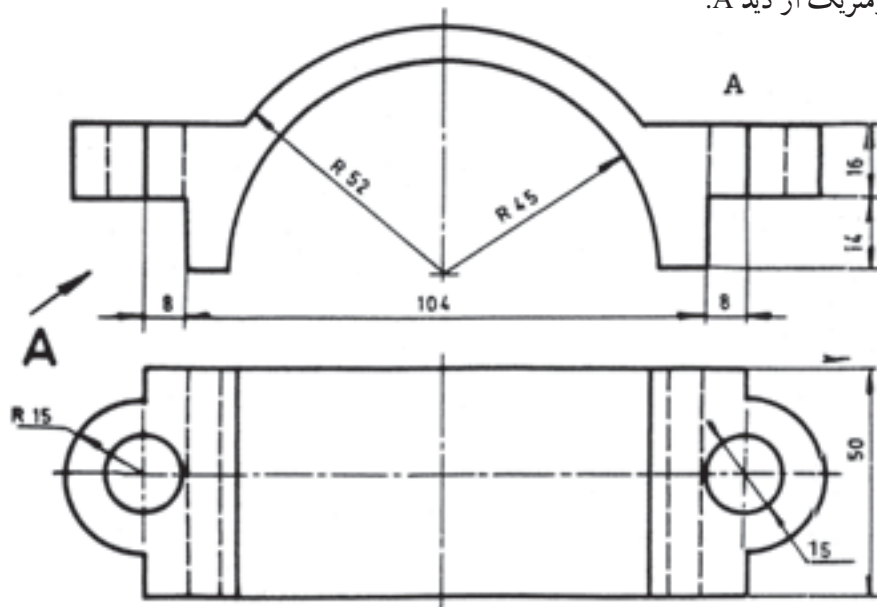
مطلوب است :

۱- تصویر اصلی،

۲- تصویر افقی،

۳- برش تصویر جانبی،

۴- ایزومتریک از دید A.



شکل ۳۲ - ۱۱

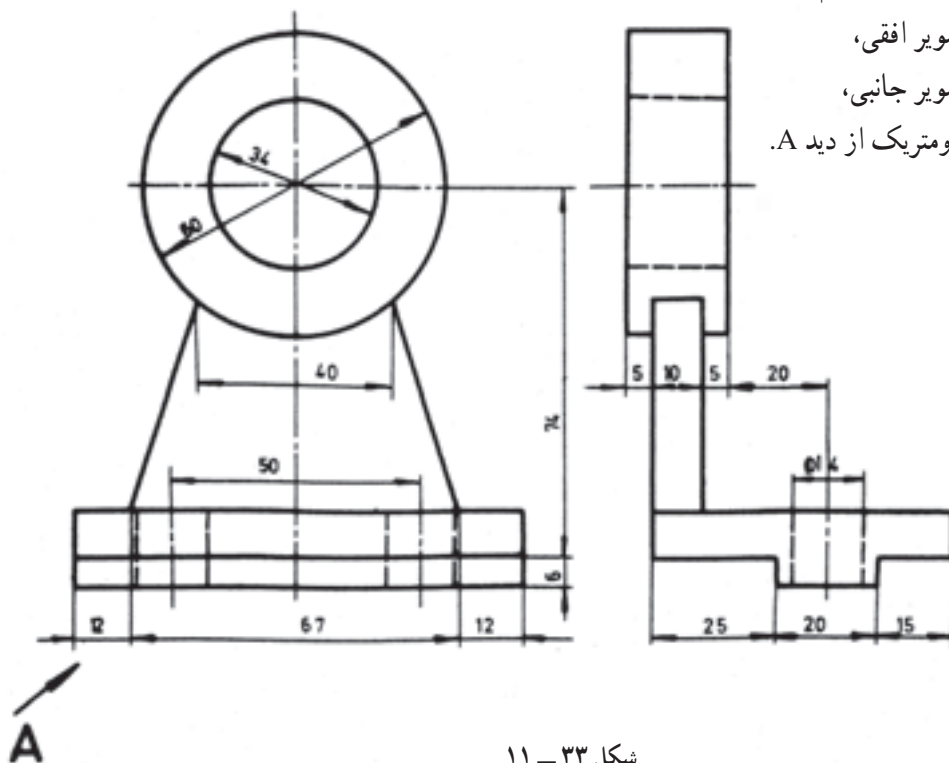
مطلوب است :

۱- برش تصویر قائم،

۲- تصویر افقی،

۳- تصویر جانبی،

۴- ایزومتریک از دید A.



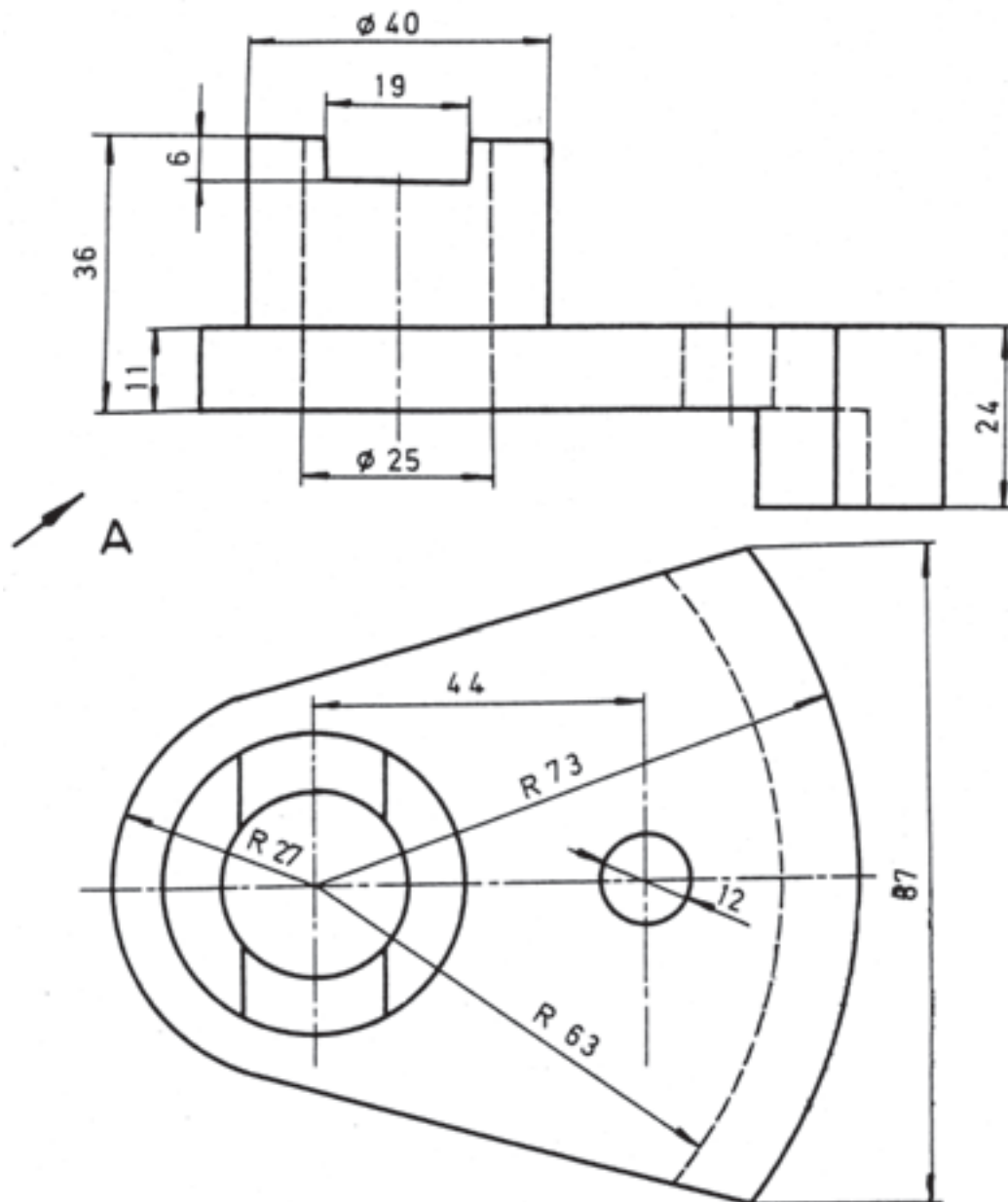
شکل ۳۳ - ۱۱

مطلوب است :

۱- برش تصویر از روبه رو،

۲- تصویر از بالا،

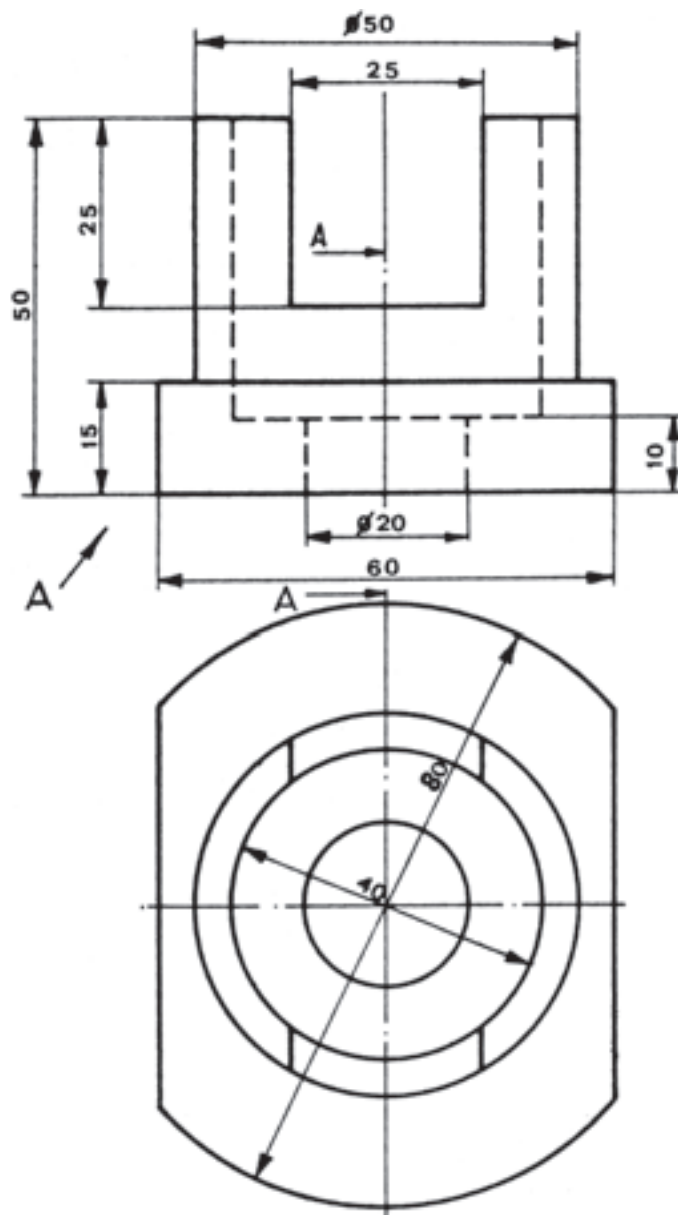
۳- تصویر از پهلو.



شکل ۳۴ - ۱۱

مطلوب است :

- ۱- رسم نمای اصلی و سطحی با مقیاس ۱:۱،
- ۲- رسم نمای جانبی در سمت چپ (کامل)،
- ۳- رسم نمای جانبی در سمت راست در برش A-A.



شکل ۳۵ - ۱۱

* تمرین منزل

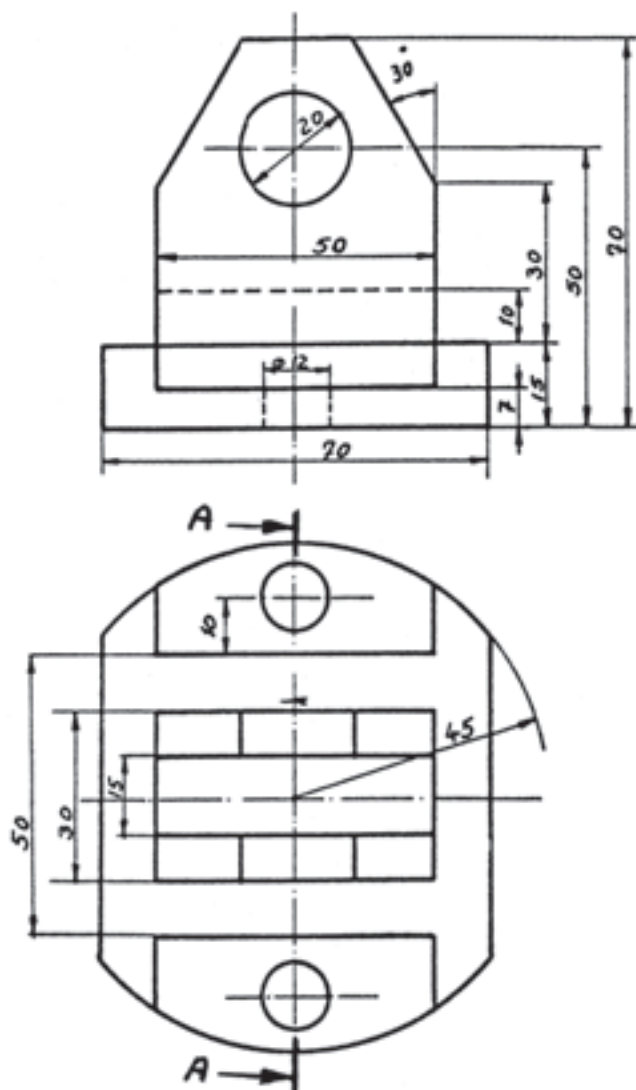
از نماهای داده شده در شکل ۱۱-۳۶ مطلوب است :

۱- رسم نمای اصلی و سطحی داده شده به مقیاس ۱:۱،

۲- رسم نمای جانبی در سمت راست در برش A-A،

۳- رسم نمای جانبی در سمت چپ بدون برش،

۴- اندازه‌گذاری و تکمیل علائم زبری سطوح.



شکل ۱۱-۳۶

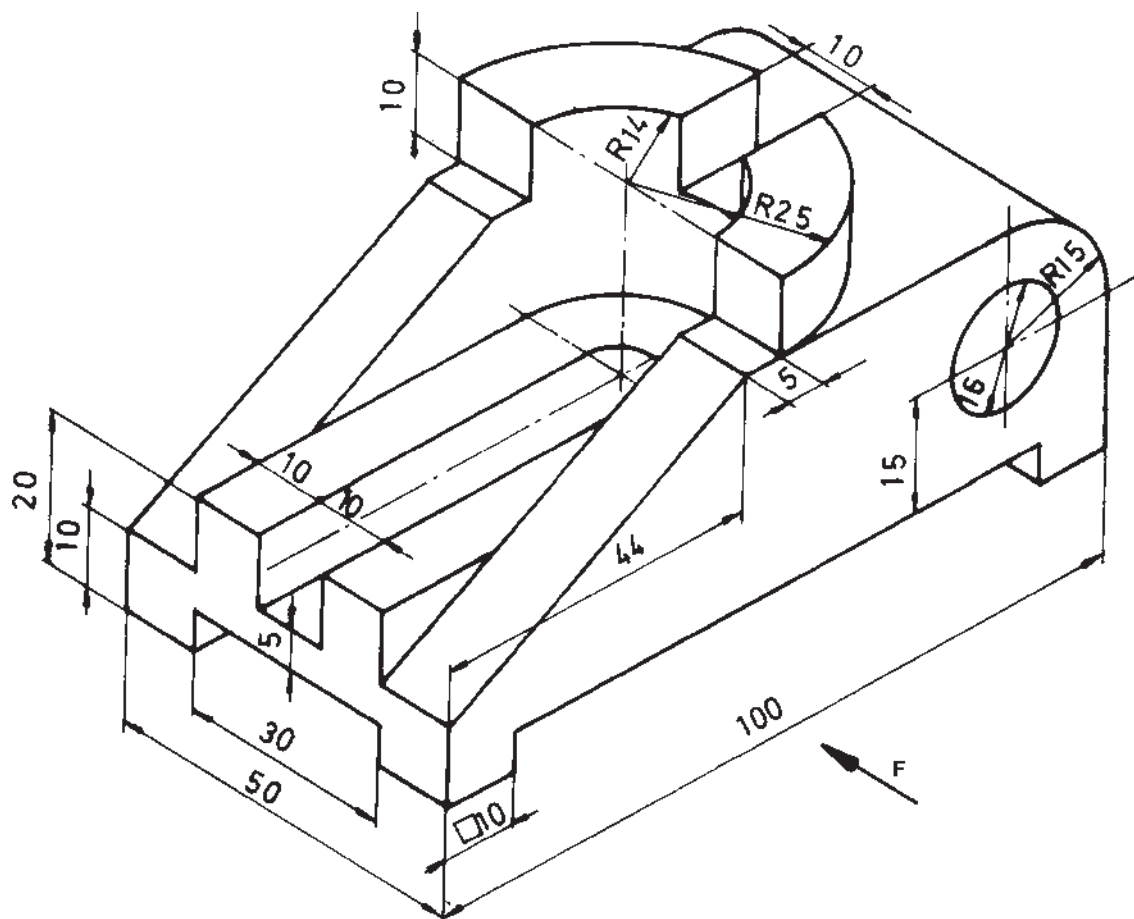
مطلوب است :

۱- رسم تصویر قائم از جهت دید F،

۲- رسم تصویر جانبی دید از چپ،

۳- رسم تصویر افقی،

۴- اندازه گذاری کامل.



شکل ۳۷ - ۱۱

* قطعه‌ی مکانیکی شکل ۳۸-۱۱ را که در تصویر مجسم ایزومتریک رسم شده، با مقیاس ۱:۱ روی کاغذ

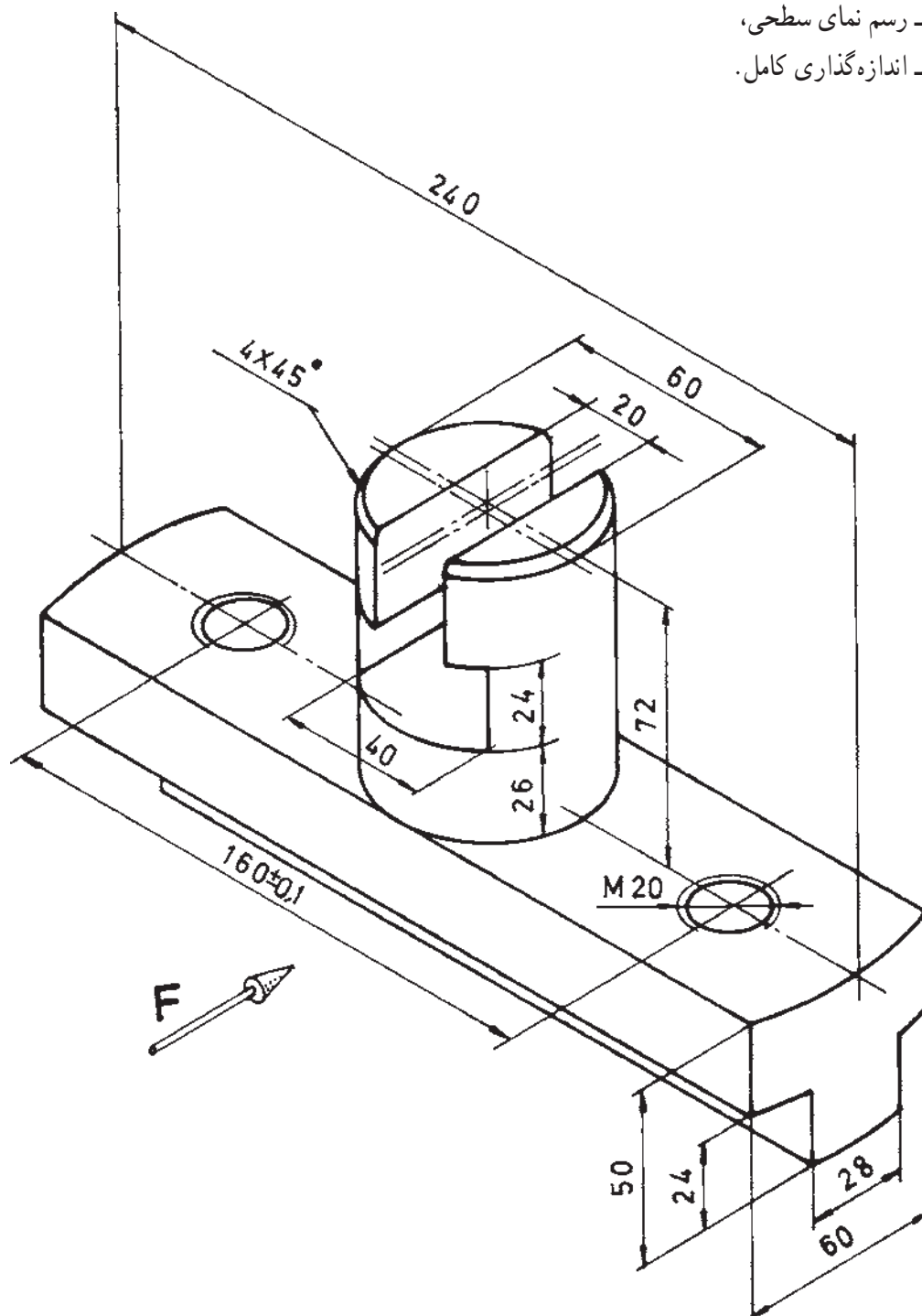
A۴ در تصاویر خواسته شده ترسیم کنید :

۱- رسم نمای اصلی از دید F،

۲- رسم نمای جانبی،

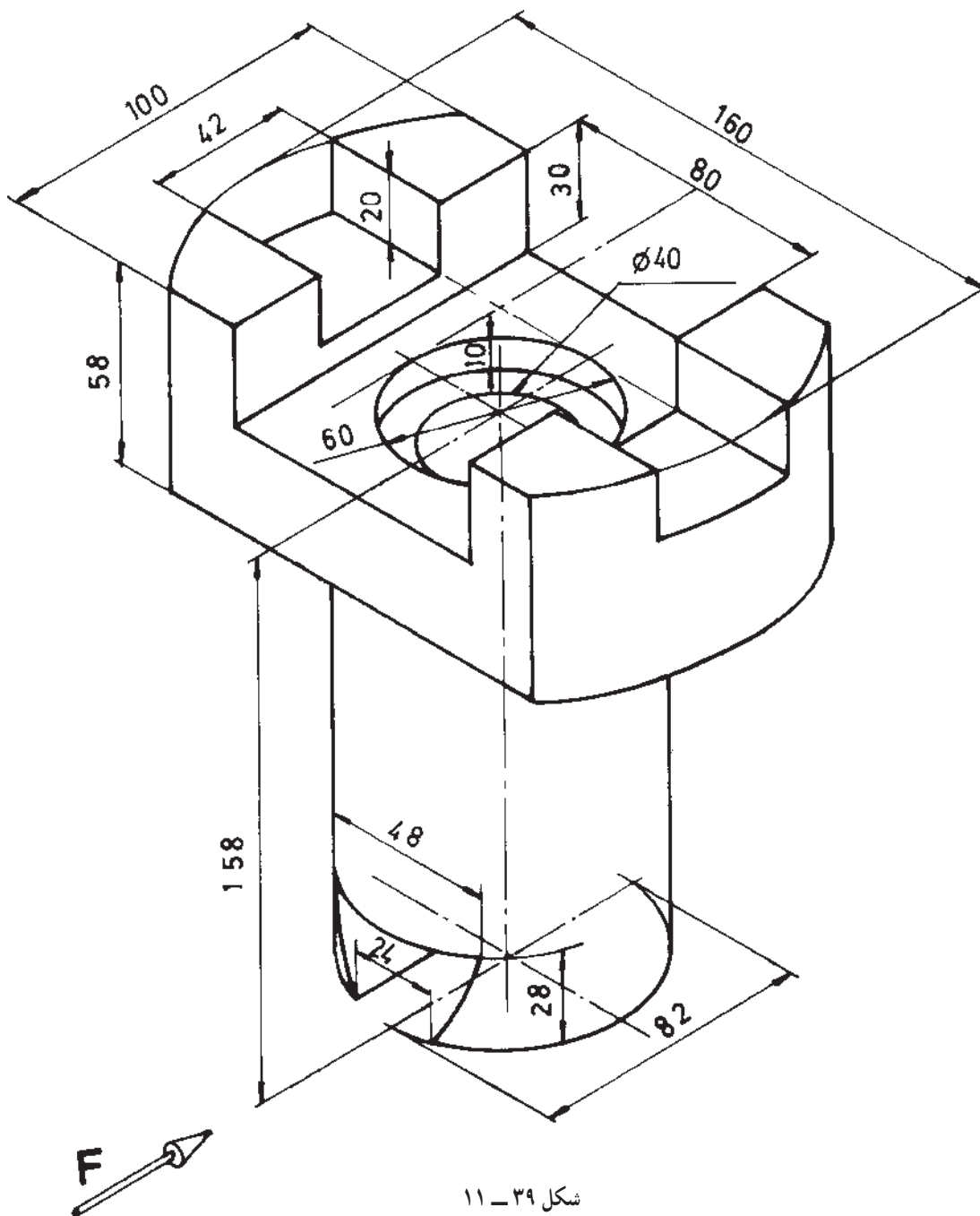
۳- رسم نمای سطحی،

۴- اندازه‌گذاری کامل.



شکل ۳۸-۱۱

- * قطعه‌ی مکانیکی شکل ۱۱-۳۹، را که در تصویر جسم مجسم ایزومتریک رسم شده با مقیاس ۱:۱ روی کاغذ A۴ در تصاویر خواسته شده ترسیم کنید:
- ۱- رسم نمای اصلی از دید F در حالت برش کامل،
 - ۲- رسم نمای سمت چپ،
 - ۳- رسم نمای قائم،
 - ۴- اندازه‌گذاری با علائم سطوح و تولرانس‌های لازم.



شکل ۱۱-۳۹

* در شکل ۴-۱۱ که مربوط به قسمتی از یک کوپلینگ است، تصاویر خواسته شده را با مقیاس ۱:۱ روی کاغذ A۴ رسم کنید.

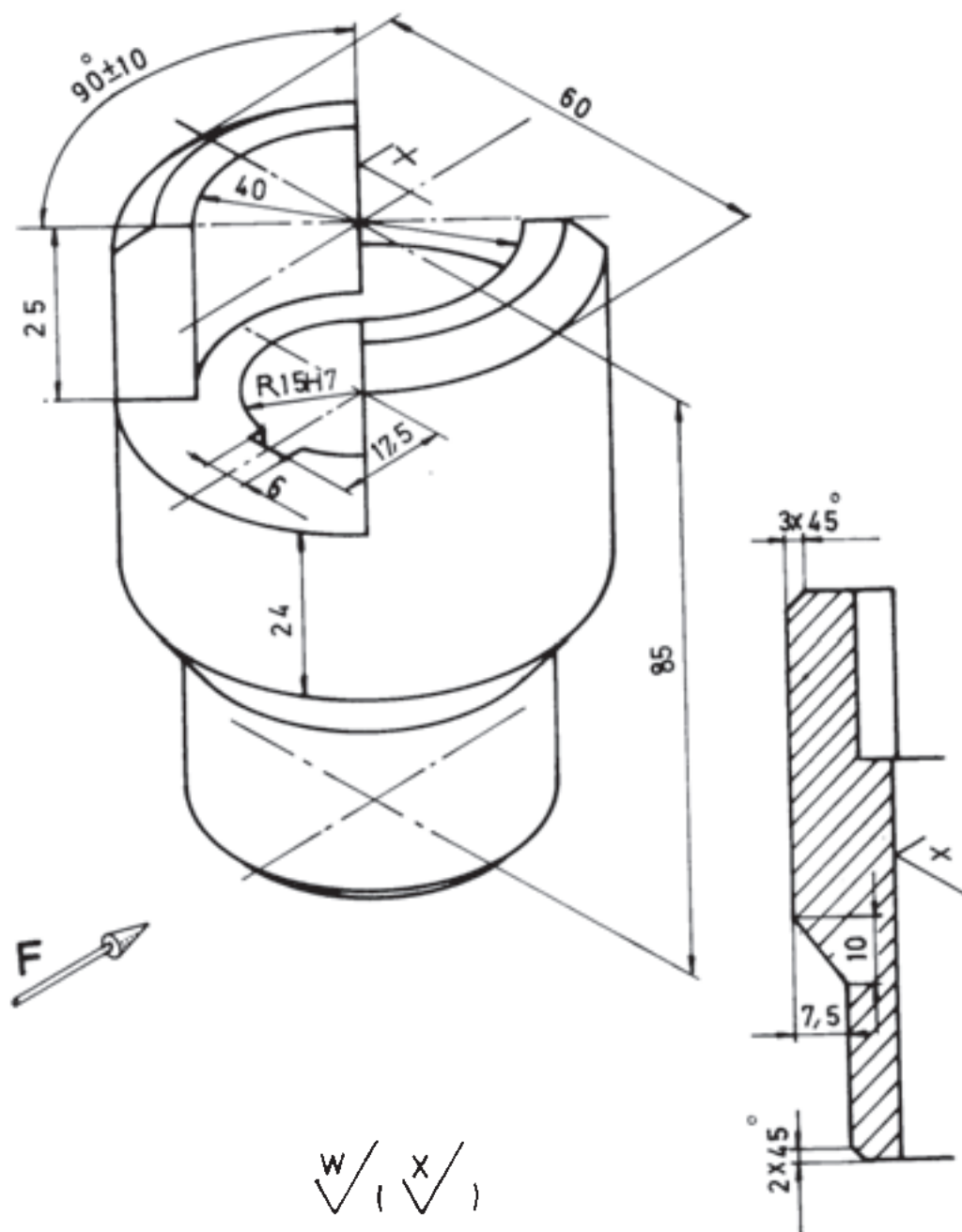
۱- رسم تصویر قائم از جهت دید F در برش کامل،

۲- رسم نمای جانبی،

۳- رسم نمای افقی (سطحی)،

۴- اندازه‌گذاری کامل،

۵- تعیین کیفیت سطح Ra در سطوح تعیین شده روی نقشه.



شکل ۴-۱۱

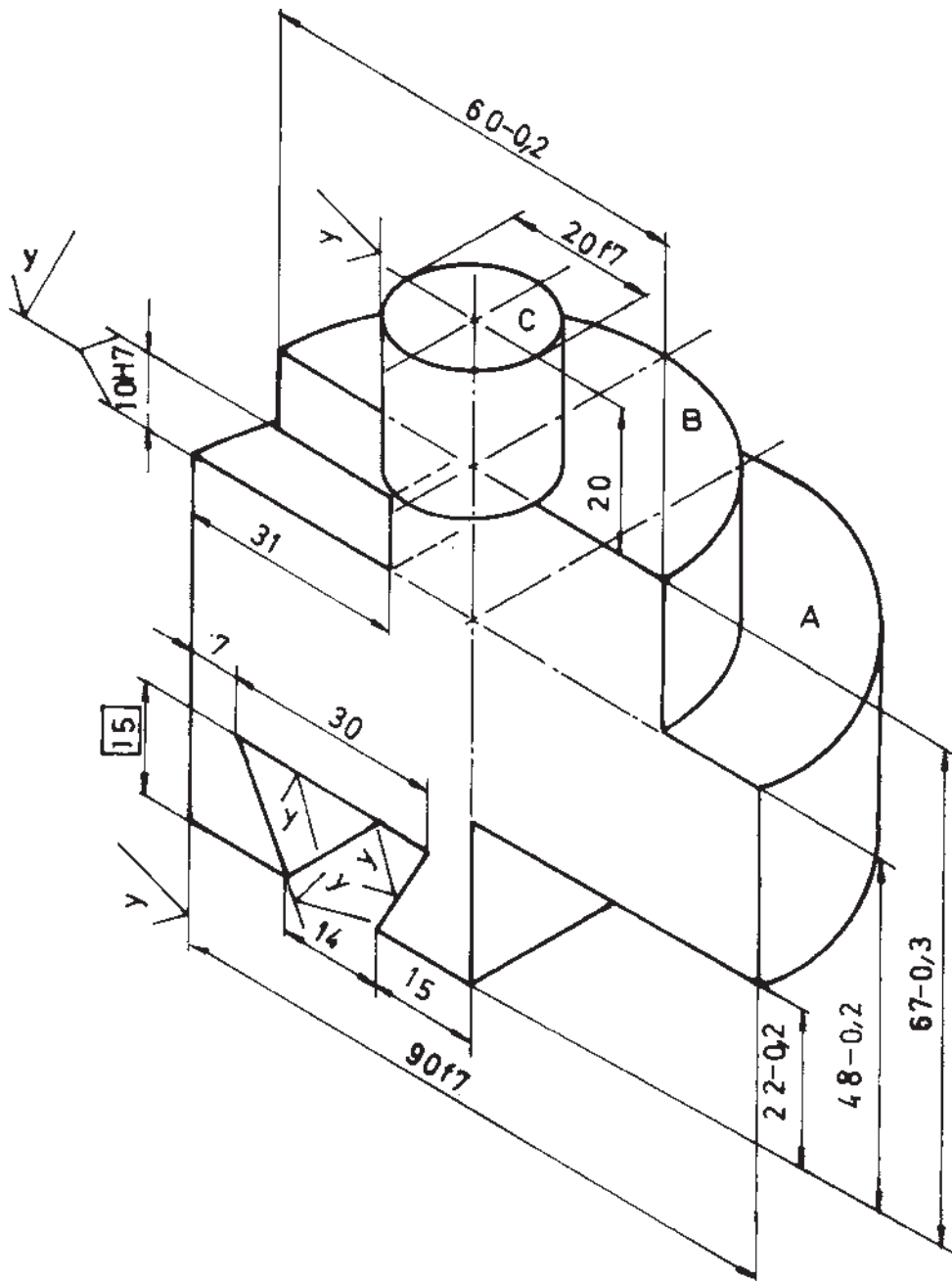
* شکل ۴۱-۱۱ که یک قطعه‌ی مکانیکی است، مطلوب است:

۱- رسم نمای اصلی، جانبی و سطحی با مقیاس ۱:۱،

۲- اندازه‌گذاری کامل نقشه،

۳- رسم کیفیت سطح بر اساس Rz، اگر سطوح نشان داده شده روی شکل یعنی: $\sqrt{y} = \sqrt{Rz6.3}$ و بقیه ی سطوح با کیفیت $\sqrt{Rz25}$ پرداخت شود.

۴- رسم تولرانس‌های ابعادی و انطباقی روی نقشه.

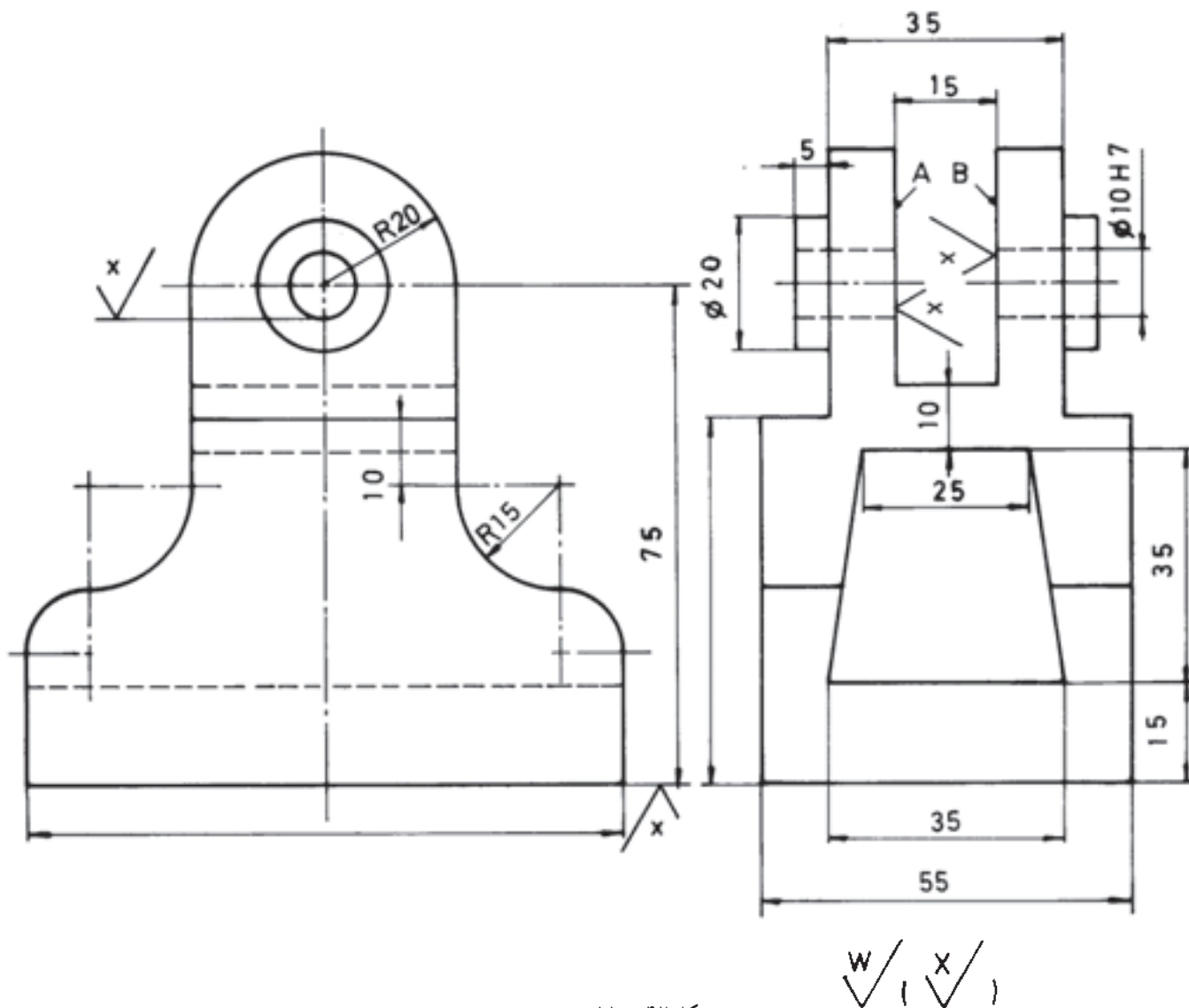


شکل ۴۱-۱۱

* برای قطعه‌ی مکانیکی داده شده در شکل ۴۲-۱۱ که در دو تصویر رسم شده است، این کارها را انجام

دهید :

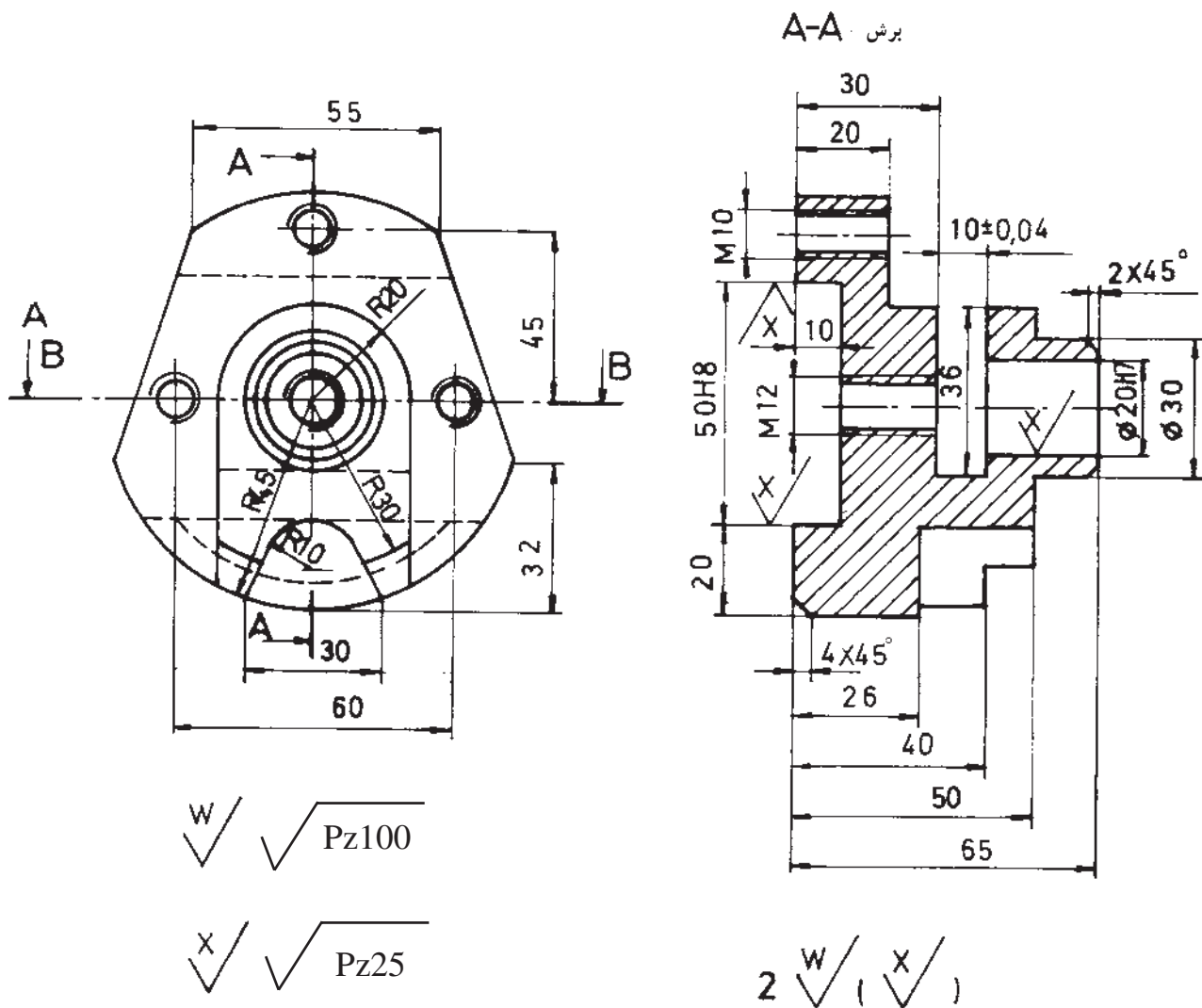
- ۱- رسم نمای اصلی،
- ۲- رسم نمای جانبی دید از چپ در برش کامل،
- ۳- رسم نمای سطحی،
- ۴- اندازه‌گذاری کامل،
- ۵- رسم کیفیت سطح سطوح تعیین شده بر اساس Ra، طبق جدول ISO 130a.



شکل ۴۲-۱۱

* برای قطعه‌ی مکانیکی داده شده در شکل ۴۳-۱۱ که در دو تصویر رسم شده، مطلوب است:

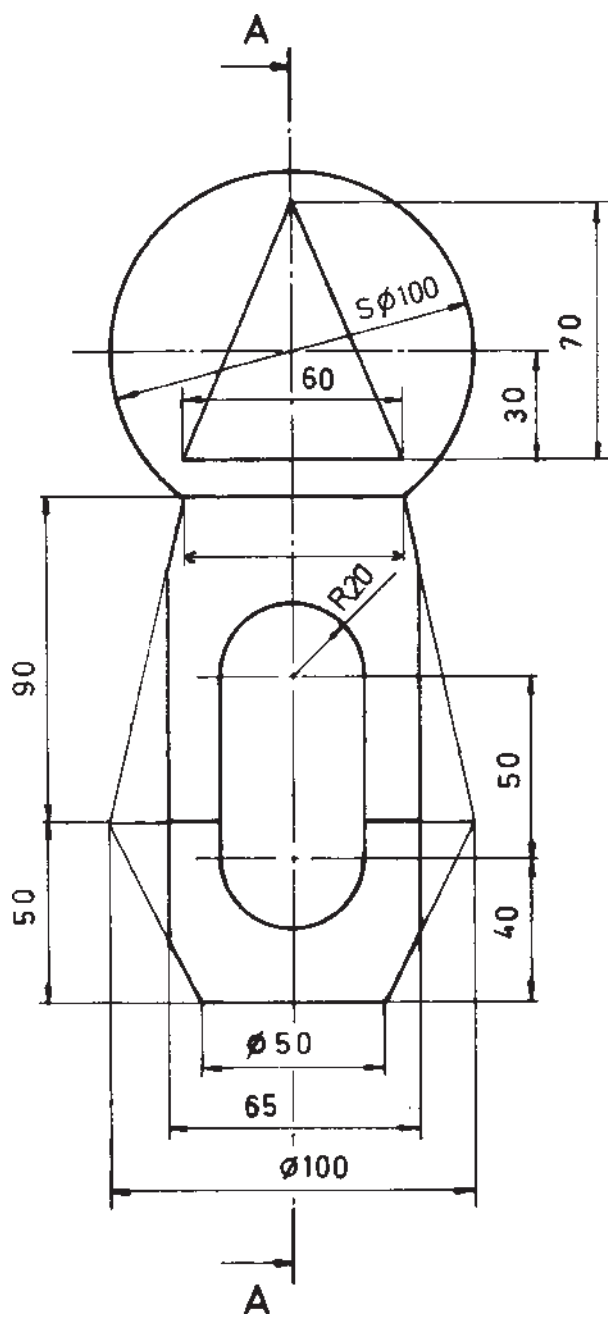
- ۱- رسم نمای اصلی،
- ۲- رسم جانبی در برش A-A،
- ۳- رسم نمای جانبی دید از راست در نمای ساده،
- ۴- رسم نمای افقی در برش B-B،
- ۵- اندازه‌گذاری کامل،
- ۶- رسم کیفیت سطح، سطوح تعیین شده بر اساس Rz،
- ۷- تعیین انحرافات فوقانی و تحتانی سوراخ 20H7 و شکاف 50H8 از جدول انطباقات ISO.



شکل ۴۳-۱۱

* شکل ۴۴-۱۱ که یک قطعه‌ی مکانیکی است، در یک نما داده شده است. نقشه را با مقیاس ۱:۱ روی کاغذ A3 و با مشخصات و خواسته‌های زیر رسم کنید.

- ۱- رسم نمای اصلی،
- ۲- رسم نمای سطحی (رسم خطوط کمکی الزامی است)،
- ۳- رسم نمای جانبی در برش نشان داده شده در شکل،
- ۴- اندازه‌گذاری کامل،
- ۵- اگر شکاف مثلث شکل و شکاف با عرض 40° با کیفیت H6 و بقیه سطوح با کیفیت H7 پرداخت شود، صافی سطح را روی نقشه مشخص کنید.



شکل ۴۴-۱۱

فهرست منابع

1. Die technische Zeichnung

Grund fertigkeiten Metall

ناشر KLEH سال نشر 1990

2. ENGINEERING DRAWING

for Metalworkers. Mir Publishers Moscow 1986

3. ISO 1302 1978

Technical drawings - Method of indicating Surface

Texture on drawings

4. ISO 406 1987 Technical drawings - Tolerancing of linear

and angular dimensions.

5. DARSTELLEN DE GEOMETRIE

von Ober baurat Dipling. Rumann

از انتشارات مرکز آموزش عالی فنی انقلاب اسلامی

